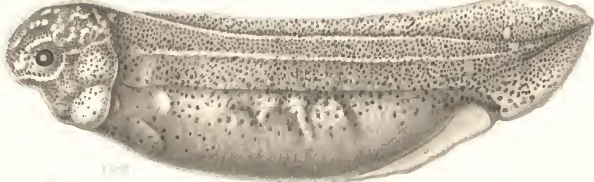
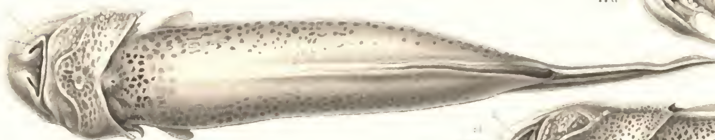
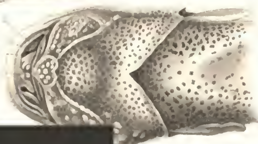










Reisebericht und Plan des Werkes

Richard Wolfgang Semon

Reisebericht und Plan des Werkes.

Verbreitung, Lebensverhältnisse und Fortpflanzung des Ceratodus Forsteri.

Die äussere Entwickelung des Ceratodus Forsteri.

Von

Richard Semon.

Abdruck
aus Semon, Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem malayischen Archipel.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.
1893.

Reisebericht und Plan des Werkes

Von

Richard Semon.

Australien, der am spätesten entdeckte Erdtheil, derjenige, der allen übrigen am eigenartigsten gegenübersteht, dessen Fauna sich in vieler Hinsicht nicht mit der lebenden, sondern nur mit der ausgestorbenen Fauna der übrigen Erde vergleichen lässt, hat weit seltener das Ziel naturwissenschaftlicher Forschungsreisen gebildet, als die anderen Continente. Mögen die letzteren den neuesten Erdtheil und seinen Trabanten Neuseeland noch so sehr an landschaftlichem Reiz, an merkwürdigen Erzeugnissen fremdartiger Cultur, an historischen Denkmälern übertreffen: für den Naturforscher, in erster Linie für den Zoologen, wird sich stets ein unvergleichliches Interesse an dieses Land der lebenden Fossilien, an die Heimath der Beutelthiere und Monotremen, der Casuare und des Apteryx, der Hatteria und des Ceratodus knüpfen.

Als ich im Jahre 1890 den Plan fasste, eine längere zoologische Forschungsreise zu unternehmen, trat für mich sofort Australien in den Brennpunkt des Interesses. Die Erforschung seiner wunderbaren Wirbelthierfauna sollte das Hauptziel der Reise sein, die Beschaffung eines Arbeitsmaterials für vergleichend-morphologische Untersuchung der Marsupialien, Monotremen und Dipnoer die Hauptaufgabe meiner Arbeiten bilden. Im Laufe meiner Reise habe ich mich allerdings bemüht, die morphologischen Untersuchungen nicht zu einseitig in den Vordergrund treten zu lassen, sondern auch systematischen und zoogeographischen Fragen die gebührende Aufmerksamkeit zuzuwenden und vor allem in möglichstem Umfange biologische Beobachtungen zu sammeln. Doch würden die Resultate auf diesen Gebieten ganz andere gewesen sein, wenn hierauf der Schwerpunkt gelegt worden wäre, und nicht meine Hauptaufgabe Zeit und Kraft absorbirt und für die Wahl der Localitäten den Ausschlag gegeben hätte.

Mein Plan fand sofort die volle Billigung und lebhafte Unterstützung meines altverehrten Lehrers, Herrn Professor HAECKEL's. Sein thatkräftiges Interesse hat mein Unternehmen durch alle Phasen seiner Entwickelung begleitet, sein Rath und seine That haben es überall mächtig gefördert. Herr Dr. PAUL VON RITTER, dessen begeistertes Interesse für die Descendenzlehre und Phylogenie sich schon so oft bethätigt hat, und dem unsere Jenenser Universität so viel verdankt, nahm ebenfalls an meinem Unternehmen den lebhaftesten Antheil und verlieh ihm durch zweimalige grossartige Zuschüsse eine bedeutende Unabhängigkeit von pecuniären Rücksichten, die den Erfolg des Ganzen wesentlich mitbedingt hat. Fernere pecuniäre Beihilfe erhielt ich aus den Mitteln des Zoologischen Instituts der Universität Jena und aus der Jenenser PAUL V. RITTER-Stiftung für Phylogenie. Herr Professor MAX FÜRBRINGER in Jena unterzog sich der höchst mühseligen und zeitraubenden Aufgabe, die von mir von Zeit zu Zeit nach Hause geschickten Sammlungen in Empfang zu nehmen, auszupacken, die Conservirung zu controliren und fortzusetzen, das Ganze in den Räumen der Jenenser anatomischen Anstalt unterzubringen. Erwuchs nun schon hieraus den durch den Transport oft hart mitgenommenen Sammlungen ein unschätzbarer Vortheil, so lernte ich, was ebenso wichtig, aus den Briefen Professor FÜRBRINGER's den Zustand der eingetroffenen Sendungen kennen, ich konnte Mängel in der Verpackung und Conservirung bei späteren Sendungen verbessern, konnte manches

unterwegs verdorbene ergänzen und wurde auf zahlreiche wichtige Punkte durch ihn erst aufmerksam gemacht. Ohne den Beistand der Herren HAECKEL, v. RITTER und FÜRBRINGER wäre eine Durchführung meines Reiseunternehmens in dem Maassstabe, in welchem es thatsächlich ausgeführt worden ist, unmöglich gewesen, und sollte sich bei weiterer Bearbeitung das heimgebrachte Material von Werth und Nutzen für die Wissenschaft erweisen, so gebührt der Dank, dass seine Herbeischaffung möglich war, diesen drei Männern ebenso wie meinen Freunden in Coonambula am Burnett, deren wesentlichen Antheil bei der Beschaffung des wichtigsten Theiles meiner Sammlungen ich unten näher berichten werde.

Den Thüringischen Regierungen und dem Curatorium der Universität Jena bin ich für den zweijährigen Urlaub, den sie mir in meiner Stellung als Professor der Universität Jena bewilligt haben, zu hohem Danke verpflichtet.



Ich trat meine Reise im Juni 1891 an. Obenstehende Karte giebt eine Uebersicht des Feldes meiner Thätigkeit. Meine Reiseroute ist als punktirte Linie eingetragen; die etwas stärkeren Punkte bedeuten Gegenden, in denen ich längere Zeit hindurch verweilte und sammelte.

Nach sechswöchentlicher, ziemlich stürmischer Seefahrt mit kurzen Aufenthalten in Colombo, Adelaide, Melbourne und Sydney erreichte ich Brisbane Mitte August 1891.

Mein Plan war, meine Thätigkeit in den mittleren und nördlichen Theilen von Queensland zu beginnen. Nach den Berichten von Mr. CALDWELL schien mir der Burnettdistrict besondere Vorzüge zu besitzen, da in demselben Monotremen und Beutelthiere in Fülle vorkommen sollten, gerade hier auch Ceratodus gefunden wird, und weil dieser District noch eine ansehnliche Menge der farbigen Urbevölkerung besitzt, deren Hülfe beim Sammeln der Thiere von grossem Nutzen ist. So wählte ich denn den Burnett zum Ausgangspunkt meiner Arbeiten. Ich begab mich von Brisbane nach Maryborough an der Mündung des Mary River, von dort zunächst mit der Eisenbahn, dann mit der Post landeinwärts nach der kleinen Ansiedelung Gayndah am mittleren Burnett. Hier begann ich meine Sammelthätigkeit. Es stellte sich indessen bald heraus, dass bei Gayndah zwar der Fluss reich ist an Ornithorhynchus und Ceratodus, dass aber die Landthiere sich aus der Nähe der kleinen, nur einige hundert Köpfe zählenden Ansiedelung zurückgezogen haben, und dass der unbesiedelte australische »Busch« viel bessere Gelegenheit bieten würde, Echidna und Beutelthiere zu sammeln. Ich traf deshalb in Gayndah alle Vorbereitungen für ein längeres Lagerleben im Busch, kaufte Zelte, Lagergeräthschaften und Lebensmittel, versah mich mit Reitpferden und einem zweirädrigen Karren, einer sogenannten »Dray«, um Gepäck und Vorräthe zu transportiren, und engagirte als Reisebegleiter, Koch und Diener einen der Ansiedler Namens EDUARD DAHLKE, einen Sohn deutscher Eltern. Diese Wahl war eine sehr glückliche; DAHLKE war sowohl während meines ersten als zweiten Aufenthaltes am Burnett, zusammen während 9 Monate, mein treuer, zuverlässiger und intelligenter Helfer und Gefährte, dem ich mich zu grösstem Danke verpflichtet fühle. Leider ist dieser treffliche Mann vor kurzem an den Folgen eines Sturzes mit dem Pferde gestorben. Während meines zweiten Aufenthaltes hatte ich noch einige andere Weisse in meinen Diensten. Grosse Schwierigkeiten machte es, eine genügende Anzahl von Schwarzen zusammenzubringen, die bei der Sammelarbeit eine Hauptrolle spielen sollten. Während CALDWELL zeitweilig 150 Schwarze mit sich gehabt hat, war es mir zu keiner Zeit möglich, mehr als 20 in meinem Lager zu vereinigen. Der Grund dafür liegt darin, dass in den letzten zehn Jahren die Schwarzen am Burnett in rapidem Aussterben begriffen sind wie überall, wo die australische Rasse mit höheren Rassen in Berührung kommt. Besonders zerstörenden Einfluss übt dabei der Opiumgenuss, den die Schwarzen von den vereinzelt in den weissen Ansiedelungen lebenden Chinesen lernen und für den sie eine verhängnissvolle Vorneigung entwickeln.

Von Anfang September 1891 bis Ende Januar 1892 führte ich ein Lagerleben im australischen Busch. Da meine Resultate mich in mancher Beziehung nicht befriedigten und ich hoffte, gewisse Lücken meiner Sammlungen in den Monaten Juli und August ausfüllen zu können, kehrte ich Anfang Juli 1892 noch einmal an den Burnett zurück und arbeitete in gleicher Weise dort bis in die zweite Hälfte des October.

Der unbesiedelte australische Busch ist Eigenthum des Staates und von letzterem zum grössten Theile an die grossen Heerdenbesitzer, die sogenannten »Squatters« verpachtet. Die Grosspachten oder »Runs« haben am Burnett durchschnittlich einen Flächenraum von 25—50 deutschen Quadratmeilen und mehr. Sie übertreffen also die meisten kleineren Fürsten- und Herzogthümer an Umfang und kommen manchen der mittelgrossen an Grösse gleich.

Das Feld meiner Thätigkeit spielte sich fast ausschliesslich auf den beiden Runs Coonambula und Cooranga ab. Mr. W. F. MC CORD von Coonambula nahm sich in aufopferndster Weise meiner Bestrebungen an, wie er auch seinerzeit Mr. CALDWELL auf das freundlichste unterstützt hat, und er der Mann ist, dem schliesslich die Wissenschaft die Kenntniss des Ceratodus verdankt. Denn er war es, der auf Veran-

lassung seines Vetters, Mr. WILLIAM FORSTER, die ersten Exemplare von Ceratodus nach Sydney sandte. Dieselben wurden dort von KREFFT untersucht und als Ceratodus Forsteri beschrieben. Die thatkräftige Unterstützung, die mir von Mr. Mc CORD in jeder Beziehung zu Theil wurde, bildete einen wesentlichen Factor des Erfolges; die edle Gastfreundschaft, die ich in seinem Hause im Kreise seiner Familie genoss, warf Lichtblicke in das einsame und oft genug auch einförmige und monotone Buschleben, das ich während neun Monaten zu führen hatte. Selten verging eine Woche, in der ich nicht einmal der »Station« Coonambula, dem Sitze meiner Freunde, einen Besuch abgestattet hätte. Als ich dann endlich im October 1892 den Burnett endgültig verliess, unterzogen sich Mr. Mc CORD und seine Gemahlin der Mühe, die jungen Ceratodus, die ich herangezüchtet hatte, noch weitere drei Monate am Leben zu erhalten, die verschiedenen Stadien sorgfältig für mich zu conserviren und dieses ganze Material wohlverpackt nach Jena zu senden, wo die Sendung im Juli dieses Jahres eingetroffen ist.

Die Fortpflanzungsperiode der meisten Wirbelthiere am Burnett beginnt mit einigen gleich zu erwähnenden Ausnahmen in der zweiten Hälfte des australischen Winters und zu Beginn des Frühlings, also Mitte Juni bis Mitte September.

Ueber die Monotremen werde ich im zweiten Bande dieses Werkes noch ausführlichere Mittheilungen machen. Bei Echidna fängt nach meinen Erfahrungen die Brunst bei den am frühesten reifen Thieren Ende Juli an und die Jungen werden bis spätestens Ende November entlassen. Die Brunstzeit von Ornithorhynchus beginnt in der zweiten Hälfte des August.

Während die Monotremen nur eine Brunst haben, scheint bei allen oder doch weitaus den meisten Marsupialien mehr als eine Brunst vorzukommen. Bei Phalangista und Hypsiprymnus begann bei den meisten Thieren die Brunstzeit im Burnettdistrict Anfang Juli, bei Petaurus, Perameles und Dasyurus, die in dieser Beziehung sehr bedeutende individuelle Schwankungen zeigen, einige Wochen später. Anfang August fing ich einige Phascogale mit ganz kleinen Beuteljungen. Macropus und Halmaturus findet man fast das ganze Jahr hindurch mit Embryonen oder mehr oder weniger ausgebildeten Beuteljungen; die individuellen Schwankungen sind hier sehr bedeutend. Auch die weiblichen Phascolarctos trifft man fast immer mit Embryonen, Beuteljungen oder schon ziemlich erwachsenen Jungen, letztere dann meist an den Rücken der Mutter angeklammert. Es scheinen zwei Brutperioden vorzukommen, deren jede etwa ein halbes Jahr dauert. Die eine derselben beginnt Mitte bis Ende October. Erst mit dem Eintritt der neuen Brunst trennt sich das Junge von der Mutter.

Die meisten Beutelthiere wie Macropus, Halmaturus, Hypsiprymnus, Phascolarctos, Phalangista werfen jedesmal nur ein einziges Junges; Ausnahmen von dieser Regel kommen vor, sind aber sehr selten. Petaurus hat meist ein Junges, selten zwei. Bei Perameles fand ich meist zwei, zuweilen mehr Junge. Am fruchtbarsten scheinen Dasyurus und Phascogale zu sein, bei denen die Zahl der Jungen zwischen vier und acht schwankt.

Auch für die meisten Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische fällt der Beginn der Fortpflanzungsperiode am Burnett in das Ende des australischen Winters und in den australischen Frühling. Sehr spät beginnt das Legen bei den hügelbauenden Grossfusshühnern Talegalla, nämlich erst Ende December. Zum Ausbrüten ihrer Eier, das durch die Gärungswärme vegetabilischer Substanzen geschieht, bedarf es einer warmen und feuchten Luft. Genauere Mittheilungen über meine auf diese und andere Fragen bezüglichen biologischen Notizen gedenke ich im Laufe der kommenden Jahre anderen Orts zu machen.

Auch die Fortpflanzungszeit von Ceratodus schwankt individuell sehr bedeutend bei den einzelnen Thieren und steht ausserdem in den verschiedenen Jahren augenscheinlich noch in Abhängigkeit von Temperatur und Wasserstand. Das Laichen scheint bei den am frühesten reifen Fischen schon im Laufe

des australischen Winters zu beginnen; Mitte September 1892 fand ich die Eier in reichlicher Menge; im Jahre 1891 sah ich aber auch noch Mitte November frisch abgelegte Eier.

Ausser den embryologischen Sammlungen, die ich während meines neunmonatlichen Aufenthalts am Burnett zusammenbringen konnte, habe ich dann auch ein ausgedehntes Spiritusmaterial der ausgewachsenen Thiere gesammelt und ihre wichtigeren Organsysteme wie Nervensystem, Sinnesorgane, Verdauungssystem, Urogenitalsystem, Mammarorgane etc. für anatomische und histologische Untersuchungen conservirt. Die Fülle des zufliessenden Materials, die ungestörte Einsamkeit, die Unabhängigkeit des Lagerlebens machten diese Arbeiten leichter und angenehmer, als man von vornherein vermuthen würde. Auch das rein faunistische Sammeln wurde nicht vernachlässigt. Doch habe ich mich dabei nicht der Beihilfe meiner Schwarzen bedient, um sie nicht von ihrer Hauptaufgabe, dem Fange von Echidna und gewissen Beutelthieren, abzuziehen.

Ende Januar 1892 verliess ich zum ersten Male den Burnett und begab mich über Brisbane, der Nordostküste Australiens entlang fahrend, nach Thursday Island. Diese Insel, die im Uebergangsgebiet des Indischen in den Stillen Ocean zwischen Australien und Neu-Guinea in der korallenreichen Torresstrasse gelegen ist und den Mittelpunkt einer lebhaft betriebenen Perl- und Perlmutterfischerei bildet, schien mir ein ganz besonders günstiges Standquartier für marine Sammelarbeit. Leider wurden meine Erwartungen fast in jeder Beziehung enttäuscht. Es hielt hier ausserordentlich schwer, Boote und Menschen zu engagiren, da Alles der lohnenden Beschäftigung der Perlmutterfischerei nachgeht, und die Preise in jeder Beziehung eine enorme Höhe haben. Die Fischerei wird in Taucherapparaten von Europäern verschiedenster Nationalitäten und Farbigen der Philippinen und Südseeinseln betrieben. Seeleute, Abenteurer aller Art bilden das Hauptcontingent; wirkliche Fischer aber fehlen fast ganz, und gerade diese sind die werthvollsten Helfer des Naturforschers. In das Inselgewirr der engen Torresstrasse eingepresst, ebbt und fluthet das Meer wie ein Gebirgsstrom zwischen den Inselkanälen auf und ab und setzt die Segelschiffahrt in völlige Abhängigkeit von den Gezeiten. Eine grosse Reihe von Thierformen der Strandzone zieht sich vor den starken Gezeitenströmen in ruhigere Meerestheile zurück, und nur die Bewohner der Korallenriffe, hier wie überall Liebhaber eines bewegten Wassers, entfalten ein üppiges, vielgestaltiges Leben.

So war meine Thätigkeit auf Thursday Island von Mitte Februar bis Anfang April mit grossen Schwierigkeiten verknüpft und wenig erfolgreich, wohl die ergebnissärmste meiner ganzen Reise. Vielleicht war auch zum Theil die Jahreszeit mit Schuld daran, denn der Nordwest-Monsun, der von Mitte October bis Mitte April weht, scheint überall in diesen Meeren den Thierreichthum der Strandzone ungünstig zu beeinflussen. Wahrscheinlich kommen während des stetigeren, trockneren Südost-Monsuns zahlreiche Bewohner tieferer Meeresteile in die Nähe der Küsten, um ihre Eier abzulegen.

In einem kleinen Segelkutter, den ich mir gemiethet hatte, befischte ich die Meeresarme zwischen Thursday Island und den zahlreichen Nachbarinseln, besuchte viele der letzteren und machte auch Ausflüge nach der nahegelegenen Nordostspitze des australischen Festlandes, dem Cap York. Von Wirbelthiermaterial will ich nur den interessanten Amphioxus (Epigonichthys) cultellus erwähnen, den ich in geringer Menge zwischen Friday- und Prince of Wales Island erbeutete. Eine Anzahl von Embryonen der Chelone imbricata und Chelone viridis sammelte ich auf Strait Island und auf Double Island. Einige ältere Crocodilembryonen erhielt ich von Horn Island.

Von Anfang April bis Ende Mai unternahm ich in einem etwas grösseren Segelboot, einem Lugger, eine Tour nach Britisch Neu-Guinea. Ich segelte entlang der Küste dieser gewaltigen Insel von Cape Possession bis zum Ostcap und machte an einer grossen Anzahl von Orten zwei- bis viertägige Ausflüge in das Land. In Milne Bay am Ostcap hielt ich mich eine Woche auf. Dieser Ausflug, im höchsten Grade

interessant in anthropologischer und ethnographischer Hinsicht, bereicherte meine Sammlungen vorwiegend in faunistischer Beziehung (Landfauna). Morphologisches Arbeitsmaterial lieferte er ausser einer Anzahl von Cuscus und Petaurus nebst Embryonen und Beuteljungen, sowie einigen Casuarembryonen wenig. Ich hätte gern Exemplare der beiden Echidnaarten Neu-Guineas zum Vergleiche mit der continentalen Form mitgenommen. Meine Bemühungen waren aber vergeblich, was abgesehen von der Kürze der mir bei meinen Landaufenthalten zu Gebote stehenden Zeit auf die geringe Tüchtigkeit der Papuas als Jäger und Spürer zurückzuführen ist. In dieser Beziehung stehen die Bodencultur und Fischerei betreibenden wilden Bewohner Neu Guineas ebenso tief unter den nomadisirenden Jägerstämmen Australiens, als sie in jeder anderen Beziehung über ihnen stehen.

Ende Mai kehrte ich vom Ostcap Neu-Guineas, vielfach durch widrige Winde, Stürme und Windstillen aufgehalten, nach Thursday Island zurück und begab mich von dort noch einmal auf das australische Festland, zunächst in die landeinwärts von Cooktown gelegenen Gebirgsgegenden. Ich führte dort ein einmonatliches Lagerleben und jagte besonders Kängurus und Wallabies (Halmaturus). Leider erhielt ich hier von Entwickelungsstadien fast nur ältere Beuteljunge. Anfang Juli war ich wieder am Burnett, und die folgenden $3^1/_2$ Monate, die ich in verschiedenen Camps am Hauptstrom und seinen Nebenflüssen, Boyne und Auburn verlebte, waren wohl die ergebnissreichsten meiner ganzen Reise. Vor allem vervollständigte ich meine Sammlung von Echidnaembryonen, erhielt ein reiches und vollständiges Material der Ceratodusentwickelung und ergänzte zahlreiche Lücken in meinem sonstigen embryologischen und vergleichend-anatomischen Material.

Seit meiner ersten Ankunft in Australien hatte ich mich lebhaft bemüht, die Dugongfischer zu vermögen, etwa in ihre Hände fallende Embryonen für mich zu conserviren und gegen ein gutes Kaufgeld an mich abzuliefern. In Wide Bay und den angrenzenden Meerestheilen wird die Dugongfischerei von einigen Weissen allerdings nur in sehr kleinem Maassstabe betrieben. Anfangs waren alle meine Versuche erfolglos. Durch die gütige Vermittelung von Mr. C. W. de Vis, Directors des Queensland-Museums in Brisbane, wurden sie jedoch endlich mit Erfolg gekrönt, und ich hatte die Freude, bei meiner Rückkehr nach Brisbane Ende October 1892 dort drei Halicoreembryonen verschiedener Stadien vorzufinden, die Mr. de Vis für mich in Empfang genommen und conservirt hatte.

Ende October 1892 verliess ich Brisbane und fuhr mit kurzen Aufenthalten an der Nordostküste Australiens, Thursday Island und Bali nach Java. Mitte November traf ich in Batavia ein und begab mich sogleich nach Buitenzorg, wo ich von Herrn Dr. M. Treub, Director des botanischen Gartens, auf das liebenswürdigste aufgenommen wurde. In dem schönen Laboratorium dieser in grossartigem Maassstabe angelegten und geleiteten Anstalt öffnete sich mir gleich vielen Naturforschern vor mir eine Heimstätte für meine Arbeiten, wie sie in den Tropen sicher nicht ein zweites Mal zu finden ist. Ich bin Herrn Director Dr. Treub sowohl wie Herrn Dr. Janse vom botanischen Garten in Buitenzorg für die stetige und thatkräftige Unterstützung, die sie mir während meines halbjährigen Aufenthaltes in Niederländisch Indien zu Theil werden liessen, zu wärmstem Danke verpflichtet. In Buitenzorg und in der hoch in den Urwäldern des Vulkans Gedeh gelegenen Besitzung des botanischen Gartens zu Tjibodas wendete ich meine Aufmerksamkeit vorwiegend der Landfauna zu; ausserdem sammelte ich ein reiches Material von Manis javanica für morphologische Untersuchungen und einige interessante Insectivoren (Tupaia). Auch embryologisches Material von Manis, Tupaia, zahlreichen Reptilien wurde, allerdings in nicht sehr reichlichem Maasse, gewonnen.

Nach kurzem Aufenthalt in Mittel- und Ostjava machte ich dann die sogenannte grosse Molukkentour, eine Fahrt entlang der West-, Nord- und Nordostküste von Celebes mit zahlreichen Aufenthalten an den

Küstenplätzen, dann nach Ternate, Batjan, Buru, Ambon und Banda. Auf Ambon blieb ich vom 1. Januar bis 1. März 1893 und fand dort ein sehr reiches Arbeitsgebiet im Bereich der marinen Zoologie. Die Bai von Ambon und die angrenzenden Meerestheile sind mit Recht für ihren Reichthum an Meeresthieren aller Art berühmt, und die Molukken überhaupt nehmen in dieser Beziehung sowohl wie auch rücksichtlich der Ueppigkeit und Schönheit ihrer Vegetation eine ganz bevorzugte Stellung auf unserer Erde ein. Zoologen, die zum Studium der Seethiere in Zukunft die Molukken besuchen sollten, würde ich indessen rathen, nicht gerade Ambon als Standquartier zu wählen, sondern lieber eine andere Insel, die weniger oft von Naturforschern besucht worden ist. Auch ist bei kürzerem Aufenthalt unbedingt zu rathen, die Zeit des Südost-Monsuns (Mai bis October) zu wählen, da dann das Meer viel thierreicher sein soll als während des Nordwest-Monsuns. Nautilus wird in der Bai von Ambon während des Südost-Monsuns häufig mit der Angel gefangen, während des Nordwest-Monsuns nur ganz ausnahmsweise; wahrscheinlich leben die Thiere für gewöhnlich in grösseren Tiefen und kommen nur zu gewissen Zeiten in die geringeren Tiefen der Strandregion, um sich fortzupflanzen. Dasselbe gilt wohl noch für zahlreiche andere Seethiere, wie ich anderen Ortes ausführen werde.

Ich unternahm auch eine zweiwöchentliche Fahrt in einem einheimischen offenen Boote, einer sogenannten Orembaai, um einen grossen Theil der Insel Ambon. Widrige Winde verhinderten mich aber, meine Fahrten weiter auszudehnen und in dem schwachen und wenig segeltüchtigen Fahrzeuge auch die Nachbarinseln Haruku, Saparua, Nusa Laut und Ceram zu besuchen, wie ich ursprünglich beabsichtigt hatte. Alles in allem war meine Ausbeute auf den Molukken aber eine recht reiche und bildete einen schönen Abschluss meiner naturwissenschaftlichen Thätigkeit auf dieser Reise. Diese Thätigkeit hatte sich mit Ausnahme der einmonatlichen Arbeit auf Java, das dem orientalischen (indomalayischen) Faunengebiet angehört, ausschliesslich in der australischen Region abgespielt, und zwar in den beiden Subregionen, die von Wallace als Subregion des australischen Festlandes und austromalayische Subregion unterschieden werden.

Am 1. April trat ich von Ambon aus meine Rückreise an, nachdem ich vorher noch den Bandainseln einen kurzen Besuch abgestattet hatte. Der Rückweg ging über Celebes, Java, Singapore, Penang nach Calcutta. Von dort machte ich einen kurzen Ausflug nach Darjeeling am Fuss des Himalaya. Ich fuhr dann quer durch Indien über Benares, Agra, Delhi, Jeypore nach Bombay, schiffte mich von dort am 15. April ein und langte Anfang Mai nach fast zweijähriger Abwesenheit wieder in Deutschland an.

In jenen zwei Jahren war ich auch nicht einen Tag lang ernstlich krank gewesen, war nicht ein einziges Mal von einem ernsten Unfall betroffen worden, und die nach Hause gesandten Sammlungen waren in allen ihren wesentlichen Theilen in zufriedenstellendem Zustande angelangt und durch die gütige Fürsorge Professor Fürbringer's sofort auf das vorzüglichste geborgen worden.

Mein Plan, die sich aus der Bearbeitung des heimgebrachten Materials ergebenden Resultate in einem zusammenhängenden Werke zu publiciren und nicht in vielen gesonderten Publicationen zu zersplittern, fand seine rasche Verwirklichung durch die Theilnahme, welche die Herren Haeckel und Fürbringer diesem Unternehmen zuwandten, und ihre freundliche Bereitwilligkeit, die Redaction des Werkes im Verein mit mir zu übernehmen. Auch hier war es wieder die hochherzige Unterstützung des Herrn Dr. Paul von Ritter, die uns die Ausführung in grösserem, durch äussere Rücksichten nicht beengtem Maassstabe ermöglichte. Die Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft in Jena gab ihre Zustimmung dazu, das Werk im Rahmen ihrer Denkschriften erscheinen zu lassen, und die Verlagsbuchhandlung von G. Fischer in Jena übernahm mit bekanntem Entgegenkommen und mit bekannter Liberalität die Herausgabe.

Das mitgebrachte Material soll so vielseitig ausgenützt werden wie möglich. Die zahlreichen Probleme, zu deren Lösung es geeignet erscheint Beiträge zu liefern, können nicht von wenigen, sondern

nur von einer grösseren Anzahl von Untersuchern fruchtbringend bearbeitet werden, und zu unserer Freude haben sich bereits eine grössere Anzahl von Forschern bereit erklärt, die Bearbeitung einer ganzen Reihe von Fragen zu übernehmen. Herrn Professor WEBER in Amsterdam bin ich für werthvollen Rath und thatkräftigen Beistand, den er mir bei zahlreichen Gelegenheiten in der Bearbeitungsangelegenheit gewährt hat, zu besonderem Danke verpflichtet.

Da es in der Natur der Sache liegt, dass sich oft die Themata in den Händen der Bearbeiter während der Untersuchung anders gestalten und erweitern, die Liste der Mitarbeiter bis jetzt auch noch keineswegs geschlossen ist, so verzichte ich darauf, über diesen Punkt hier nähere Angaben zu machen, und lasse die einzelnen Bände des Werkes selber sprechen.

Die ersten vier bis fünf Bände sollen die vergleichend-morphologische Bearbeitung des mitgebrachten Wirbelthiermaterials enthalten; natürlich wird, um diese Untersuchungen zu fruchtbringenden zu gestalten, Vergleichsmaterial anderweitiger Herkunft nicht ausgeschlossen, sondern möglichst herbeigezogen werden.

Die letzten ein oder zwei Bände werden den wirbellosen Seethieren sowie einer möglichst vollständigen systematischen Bearbeitung der ganzen Sammlung gewidmet sein. Doch ist beabsichtigt, dass auch in diesen Theilen Material, das aus anderen Quellen stammt, nicht prinzipiell ausgeschlossen bleibe.

Der erste Band soll Entwickelung und Bau des Ceratodus enthalten mit Heranziehung der übrigen Dipnoer; die beiden folgenden Monotremen und Marsupialien, der vierte und eventuell fünfte Amphioxus, Halicore, Edentaten und was sonst noch von Wirbelthieren bearbeitet werden wird. Indem sich durch eine derartige Bandeintheilung eine gewisse Sichtung des Stoffes erzielen lässt, wird im Uebrigen innerhalb der Theile selbst keine systematische Anordnung angestrebt werden. Eine solche würde das Erscheinen der einzelnen Beiträge ungebührlich verzögern. Sobald für jedes Stoffgebiet hinreichend Beiträge vorliegen, werden dieselben als Lieferungen des betreffenden Bandes zur Veröffentlichung kommen. Am Schlusse jeden Theiles wird dann eine genaue Inhaltsübersicht die Orientirung erleichtern. Aus dem Gesagten versteht es sich, dass die verschiedenen Bände gleichzeitig neben einander erscheinen werden. Der Abschluss des ganzen Werkes ist in etwa fünf Jahren oder später zu erwarten.

Verbreitung, Lebensverhältnisse und Fortpflanzung des Ceratodus Forsteri.

Von

Richard Semon.

2*

Die Entdeckung des lebenden Ceratodus verdanken wir Mr. WILLIAM FORSTER, einem Manne von wissenschaftlichen Neigungen und besonders ausgesprochenem Geschmack für die Naturgeschichte, der als Squatter längere Zeit am Burnett lebte und dort auf das merkwürdige Geschöpf aufmerksam wurde. Als FORSTER später Queensland verliess und nach Sydney übersiedelte, machte er dem Curator des dortigen Museums GERARD KREFFT Mittheilungen über den ausserordentlichen Queenslander Fisch mit knorpliger Wirbelsäule und suchte herauszubringen, ob derselbe bekannt und wissenschaftlich untersucht sei. KREFFT wollte zunächst nicht an die Existenz eines solchen Fisches glauben und nahm einen Irrthum FORSTER's an. Um die Sache ins Klare zu stellen, veranlasste FORSTER seinen Vetter, Mr. W. F. Mc CORD von Coonambula Exemplare des Thieres im eingesalzenem Zustande nach Sydney zu senden, was denn auch nach einiger Verzögerung im Jahre 1869 geschah. KREFFT ermass sofort die Bedeutung des neu entdeckten Thieres und erkannte mit grossem Scharfblick seine Zugehörigkeit einerseits zu den übrigen schon bekannten lebenden Dipnoern, andererseits aber auch dem fossilen Genus Ceratodus, das von AGASSIZ (1) den Haifischen zugerechnet worden war; er (7) nannte es deshalb treffend Ceratodus Forsteri und gab eine kurze Beschreibung und eine gute, nach einer Photographie hergestellte Abbildung desselben in den Proceedings der Zoological Society of London, 28. April 1870. Man wird nicht umhin können, den weiten und scharfen Blick KREFFT's zu bewundern, der die Beziehungen des Thieres sofort richtig erkannte, ihm den zutreffenden Namen gab und so jeder Verwirrung in systematischer Beziehung von vornherein vorbeugte [1]).

Ein geringfügiger Irrthum des verdienten W. FORSTER gab aber Anlass zu endlosen Verwirrungen bezüglich unserer Kenntnisse des einheimischen Namens, der geographischen Verbreitung und der Lebensverhältnisse des Ceratodus. Als FORSTER die ersten Exemplare des Fisches vom Burnett nach Sydney kommen liess, hatte er den Burnett schon seit längerer Zeit verlassen und seit mehreren Jahren in Sydney gelebt. Er theilte KREFFT ganz richtig mit, dass der Fisch in seiner Heimath von den Ansiedlern als »Burnett Salmon« bezeichnet wird. Nun lebt im nächsten Flussgebiet nördlich vom Burnett in den Wassern des Dawson und Fitzroy ein zweiter Fisch, ein Teleostier: Osteoglossum Leichhardti, der als »Dawson Salmon« bezeichnet wird; der einheimische Name dieses Fisches, der im Burnett nicht vorkommt, ist »Barramunda«. FORSTER hielt die beiden sogenannten Salme oder Lachse (Salmon) der Ansiedler nicht

1) Neuerdings ist von A. S. WOODWARD (12) die Zugehörigkeit des lebenden australischen Dipnoers zu der fossilen Gattung Ceratodus als fraglich hingestellt worden. »Though an imperfect tail of the early Mesozois Ceratodus has already been made known and a tolerably complete skull briefly noticed, there is jet no decisive proof of the generic identity of the extinct and living species; and future discoveries may thus eventually relegate Gosfordia to the synonymy of Ceratodus proper, and justify the adoption of a new name for the existing fish of the Queensland rivers.«

auseinander, denn er bezeichnete den Ceratodus als »Burnett oder Dawson Salmon«, und indem Mr. E. S. Hill, ein Correspondent Günther's (4 p. 514), durch diese Namensverwechslung irre geleitet, weitere Angaben machte, die sich theils auf Ceratodus, den Burnett Salmon, theils auf den Dawson Salmon, den wahren Barramunda (Osteoglossum) beziehen, resultirt für die Biologie unseres Thieres ein vollkommenes mixtum compositum.

In den Jahren 1884 und 1885 verweilte Mr. W. H. Caldwell längere Zeit im Burnett-District und sammelte dort in ausgedehntem Maassstabe embryologisches Material von Ceratodus, Monotremen und Marsupialien. Auf seine Angaben (2 und 3) über die uns hier interessirenden Fragen komme ich bei Besprechung der Fortpflanzung und Eiablage des Ceratodus zurück.

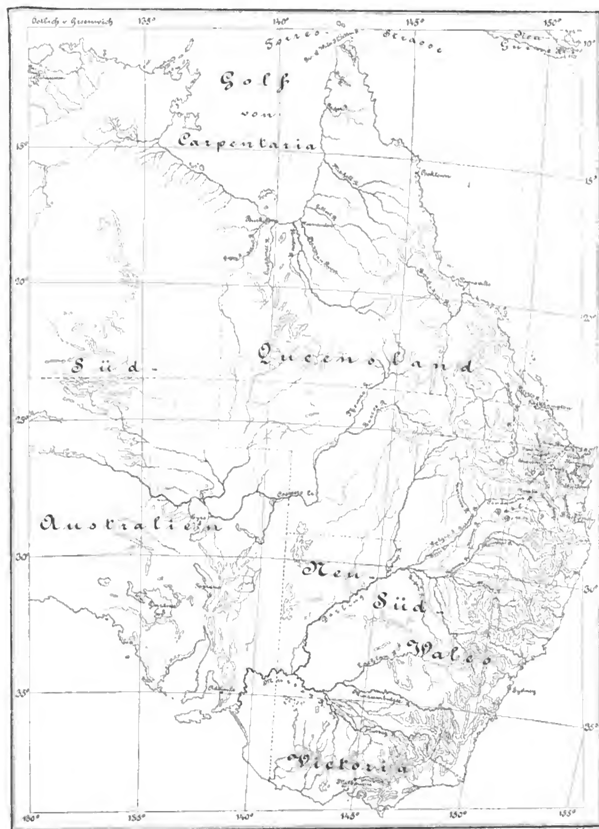
Als ich im Jahre 1891 am Burnett campirte, kam Ende September Mr. W. Baldwin Spencer, Professor an der Universität Melbourne, auf kurze Zeit in den District und stattete mir von Gayndah aus einen zweitägigen Besuch in meinem Lager ab. Er hat von diesem seinen Ausflug an den Burnett im »Victorian Naturalist« (9) eine lebendige Schilderung entworfen, in welcher er mich übrigens beharrlich als »Dr. Siemen« figuriren lässt. In diesem Aufsatze sowie in dem später erschienenen über die Blutgefässe des Ceratodus (10) macht Spencer einige zutreffende Angaben über die Lebensweise des Ceratodus, die sich besonders auf das vermeintliche Landleben des Fisches und seine Athmung beziehen. Ich komme auf einige seiner Angaben unten noch einmal zurück.

In Folgendem gebe ich eine kurze Uebersicht alles dessen, was ich während meines dreivierteljährigen Aufenthalts in der Heimath des Thieres über dasselbe beobachten oder von den Eingeborenen und weissen Ansiedlern in Erfahrung bringen konnte.

Geographische Verbreitung und Aufenthalt.

Die Familie der Ceratodontiden hat in der paläozoischen Periode (Ctenodus) und der mesozoischen Periode (Hemictenodus, Ceratodus, Gosfordia) eine weite Verbreitung wohl über die ganze Erde gehabt. Fossile Reste der Gattung Ceratodus sind bis jetzt in vielen Theilen von Europa, in Ostindien, Nordamerika, Südafrika und in Australien gefunden worden. Ein einziger Vertreter dieser weitverzweigten Familie hat sich bis in unsere Zeit erhalten: es ist Ceratodus Forsteri. Die Unterscheidung zweier lebender Species, die eine mit grösseren, weniger zahlreichen Schuppen: Ceratodus Forsteri, die andere mit kleineren zahlreicheren Schuppen: Ceratodus miolepis (Günther 5 p. 516), bedarf erst noch weiterer Begründung. Der lebende Ceratodus ist auf die beiden kleinen Flussgebiete des Burnett- und Mary-River in Queensland beschränkt (vergl. die nebenstehende Karte).

Forster (7 p. 224) sprach vom Vorkommen des Ceratodus im Dawson; Hill (5) dehnte sein Verbreitungsgebiet nach Norden, sogar über den Fitzroy-River bis zum Burdekin aus. Bei beiden Angaben handelt es sich aber um die Verwechslung mit dem echten Barramunda, Osteoglossum. Letzterer findet sich nicht mehr im Burnett; seine südliche Grenze ist der Fitzroy und Dawson. Es scheinen in Queensland zwei Arten von Osteoglossum vorzukommen. Osteoglossum Leichhardti, der echte Barramunda oder Dawson Salmon, der sich vom Gebiete des Fitzroy längs der Ostküste nach Norden verbreitet, und der erst vor zwei Jahren von Saville Kent entdeckte Osteoglossum Jardinii in den Flüssen, die in den Golf von Carpentaria münden (Batavia-, Norman-, Gregory-River). Ceratodus dagegen geht nicht so weit nördlich als die südliche Verbreitungsgrenze des Barramunda. Die Wasserscheide zwischen Burnett und Dawson bildet auch die Scheidungslinie für die Verbreitung von Ceratodus und Osteoglossum. Nach Süden dehnt



Hydrographische Karte der östlichen Hälfte Australiens.

sich die Verbreitung des Ceratodus nicht über den Mary-River hinaus; er fehlt im Gebiete des Brisbane-River sowie in den ganz unbedeutenden Wasserläufen zwischen Brisbane- und Mary-River einerseits, Burnett- und Fitzroy-River andererseits.

Auch in den Gebieten der beiden Flüsse Burnett und Mary ist das Vorkommen des Ceratodus ein begrenztes. Es ist auf den Mittellauf beider Flüsse und auf ihre grösseren Nebenflüsse beschränkt. Im Unterlauf der Flüsse, soweit der Einfluss der Fluth reicht, fehlt unser Fisch, so in Bundaberg am Burnett, 20 Kilometer von der Mündung, in Maryborough am Mary, 50 Kilometer von der Mündung. Ebenso aber fehlt Ceratodus im Quellgebiet der Flüsse und in den kleineren Nebenflüssen. Am Burnett geht er etwa so weit flussaufwärts wie Dalgangal, fehlt aber höher hinauf, so bei Cania in dem noch ziemlich ansehnlichen Three Moon Creek, einem Quellfluss des Burnett. Ebenso fehlt er in den kleineren Nebenflüssen des Mittellaufs. Im Unterlauf der grösseren Nebenflüsse des Burnett aber, des Barramba, Boyne und Auburn, des Munna Creek, eines Nebenflusses des Mary, ist er überall zu finden.

Der Fisch hält sich in Erweiterungen und Austiefungen der Strombetten auf, die allenthalben in die Flussläufe eingeschaltet sind, den sogenannten »Waterholes« der Ansiedler, in denen das Wasser für gewöhnlich kaum merklich fliesst, und die mit einer üppigen Vegetation von Wasserpflanzen bedeckt und durchwachsen sind, falls nicht gerade einmal eine tüchtige Fluth das ganze Flussbett reingewaschen und gekehrt hat. Als Kehrbesen bedient sich der Fluss dabei mächtiger entwurzelter Bäume.

Der Character der Queenslander Flüsse ist ein sehr eigenthümlicher und wird bedingt durch die Unregelmässigkeit der Niederschläge. Den grössten Theil des Jahres über sehen wir ein breites, tief eingeschnittenes, fast wasserleeres Flussbett, in dessen Grunde ein kümmerliches Flüsslein dahinkriecht. Fast in jedem Jahre einmal, zuweilen auch öfter, schwellen gewaltige Regenmengen die Wasser, das Strombett füllt sich, und ein mächtiger, stolzer Strom, an Breite und Tiefe unseren grossen europäischen Strömen ebenbürtig [1]), an Gewalt der Strömung sie übertreffend, ist zuweilen auf Wochen an die Stelle des armseligen Wasserlaufs der Trockenzeit getreten. In feuchten Jahren kann sich dies Schauspiel mehrere Male wiederholen und längere Zeit andauern, in trockenen Jahren kann es völlig ausbleiben. Eine Trockenheit von mehreren Jahren bringt nicht selten das Fliessen des Wassers ganz zum Stillstand, das Flussbett trocknet aus, und nur von Stelle zu Stelle bleiben die oben erwähnten Austiefungen, die »Wasserlöcher« als isolirte Weiher oder Teiche zurück. Ein vollkommenes Austrocknen aller, auch der tiefsten Wasserlöcher ist im Burnettgebiet seit Menschengedenken nicht beobachtet, und wahrscheinlich ist es die Existenz dieser tiefen Wasserlöcher, der wir das Ueberleben des Ceratodus bis in unsere Zeit zu verdanken haben. Sie sind der eigentliche Aufenthalt des Fisches, der in ihnen auch zuweilen in seichteres Wasser in der Nähe der Ufer geht, um Wasserpflanzen zu verzehren. Die seichten Flusspartien zwischen den einzelnen Wasserlöchern, in denen das Wasser lebhafter strömt und in denen sich keine Vegetation entwickelt, vermeidet der Fisch bei niedrigem Wasserstande sorgfältig. Die Ausdehnung jener Wasserlöcher ist natürlich eine sehr wechselnde; viele sind nur einige hundert Meter lang, manche erreichen eine Länge von mehreren Kilometern bei gewöhnlich nicht sehr bedeutender Breite. Eine solche sehr langgestreckte Austiefung befindet sich beispielsweise im Auburn von seiner Mündung in den Burnett an aufwärts. Nebenbei sei erwähnt, dass die Waterholes auch den Lieblingsaufenthalt des Ornithorhynchus bilden.

In seinem eigentlichen Revier ist der Fisch nirgends selten, aber seiner Grösse entsprechend auch nirgends geradezu häufig. Die Zahl der Fische ist in erster Linie von der Ausdehnung und Tiefe der

---

1) Um eine Vorstellung von der Länge der australischen Flüsse zu geben, sei bemerkt, dass die Länge des Fitzroy-Dawson etwa derjenigen der Oder, die des Darling-Murray etwa derjenigen der Donau entspricht. Der Lauf des Burnett ist erheblich länger als der der Themse.

Wasserlöcher abhängig und schwankt von einigen wenigen Exemplaren in den kleinsten bis zu hundert und mehr in den ausgedehntesten und tiefsten.

Dass die in früheren geologischen Perioden so weit verbreitete Gattung Ceratodus sich allein in Australien erhalten hat, wäre an sich noch nichts besonders Wunderbares. Augenscheinlich ist Australien seit sehr langer Zeit ausser jeder Landverbindung mit irgend einem anderen Erdtheil gewesen; es ist dadurch vor dem Eindringen vieler höherer Typen, die sich anderwärts entwickelt haben, geschützt geblieben und hat dafür eine Reihe von niederen Typen bewahrt, die anderwärts vollständig (Monotremen) oder doch fast vollständig (Marsupialien) ausgestorben sind.

Viel wunderbarer ist die beschränkte Verbreitung unseres Fisches in Australien selbst. Warum findet er sich nicht auch in den Flüssen nördlich und südlich vom Burnett und Mary, die doch ihrer ganzen Beschaffenheit nach den erstgenannten Flüssen gleichen, wie ein Ei dem anderen? Auch sind die Gegenden, in denen der Fisch lebend vorkommt, weder in geologischer, noch in klimatologischer Hinsicht von den angrenzenden Bezirken im Norden und Süden ausgezeichnet. Dazu kommt, dass durch fossile Funde bewiesen wird, dass der Fisch früher eine viel weitere Verbreitung gehabt hat. Postpliocene Reste des Ceratodus sind von De Vis (11) von Chinchilla im Gebiete des Condamine-Flusses beschrieben worden, eines der Quellflüsse des mächtigen Darling, der ganz im Süden Australiens vereint mit dem noch grösseren Murray nicht fern von Adelaide mündet. Die Quellgebiete des Condamine und Darling, die sogenannten Darling Downs, erweisen sich bei genauerer Untersuchung als ein ehemals viel wasserreicherer Seenbezirk, der vor Zeiten die Hauptquellen für den Condamine, Darling, Brisbane, Mary, Burnett und Dawson geliefert hat. Jetzt sind die Seen und Sümpfe in Folge von Niveauverschiebungen oder klimatologischen Veränderungen ausgetrocknet (De Vis 11 p. 42).

Die Funde von postpliocenen Ceratodusresten in den Darling Downs beweisen somit ein ehemaliges Vorkommen des Fisches im Gebiet des Darling-Murray und machen sein Vorkommen im Brisbanefluss und selbst im Fitzroy-Dawson-Gebiet mehr als wahrscheinlich. Was kann aber das Aussterben des Fisches in diesen viel bedeutenderen Flüssen veranlasst, was seine Erhaltung in den kleineren Stromläufen des Burnett und Mary bedingt haben?

Zunächst könnten wir an das Auftreten eines Feindes denken, der den Ceratodus in einer Anzahl von Flussgebieten ausgerottet hat. Krokodile finden sich noch im Fitzroy-Dawson, gehen aber nicht weiter südlich und fehlen gänzlich im mittleren Burnett und Mary, der Heimath unseres Thieres. Wir könnten uns also vielleicht vorstellen, dass Ceratodus, ein ungewöhnlich träger und indolenter Fisch, in den Gewässern nördlich vom Burnett durch Krokodile ausgerottet worden ist. Dann bliebe aber immer noch sein Fehlen in den Flüssen südlich vom Mary unerklärt, in denen er nachweislich früher vorkam und die weder Krokodile noch einen anderen Feind beherbergen, der dem grossen, wohlgepanzerten Dipnoer gefährlich werden könnte. Auch spricht gegen diese Erklärung das gleichzeitige Vorkommen von fossilen Krokodil- und Ceratodusresten in den Darling Downs.

Meiner Ansicht nach ist die Erklärung in anderer Richtung zu suchen, nämlich in der grossen Schwierigkeit, die sich der Verbreitung unseres Fisches von einem Flussgebiet in das andere entgegensetzen.

Die klimatologischen und physikalischen Verhältnisse Australiens liegen augenblicklich so, dass eine einzige, mehrere Jahre anhaltende Dürre die gesammten wasserlebenden Bewohner eines Flussgebietes ausrotten kann und zuweilen auch ausrotten wird. Die wenigsten Flüsse haben in Seen Reservoire, die sie in trockenen Zeiten speisen könnten; ferner bildet das Fehlen der wassersammelnden Moose einen hervorstechenden Zug der Vegetation des australischen Busches. Kommt nun eine Trockenperiode, — und in der kurzen Geschichte Australiens sind Perioden bekannt, in welchen in manchen sonst regenreichen Gegenden während 3 und

4 Jahren kaum ein Tropfen Regen fiel, — so kann ein ganzes Flusssystem gänzlich austrocknen, und die Wassertiere desselben werden bis auf solche zu Grunde gehen, die im ausgebildeten oder embryonalen Zustand ein Austrocknen vertragen. Zu letzteren gehört aber Ceratodus nicht, wie unten des Näheren gezeigt werden soll.

Hört die Dürre auf, und füllt der Fluss sich mit Wasser, so wird er allmählich von benachbarten Gebieten, die weniger hart durch die Dürre gelitten haben, wieder bevölkert werden. Denn die Dürren sind zwar Erscheinungen, die weite Bezirke heimsuchen, ihre Intensität ist aber fast immer eine local wechselnde.

Fassen wir nun die Mittel ins Auge, durch die Fische, die uns hier allein interessiren, von einem Flussgebiet in das andere gelangen, so können wir folgende Hauptmittel und -wege feststellen. Erstens Uebergang von Bewohnern eines Flussgebietes in das andere im Quellgebiet in Fluthzeiten; dies gilt besonders für die Quellgebiete, die sich in Plateaus finden, und für die seitlichen Zuflüsse nahe der Mündung. Zweitens bildet das Meer längs der Küste eine Strasse für das Eindringen derjenigen Flussfische von einem Gebiet in das andere, die sich nicht vor dem Salzwasser scheuen. Drittens kommt für einige wenige Fische (Siluriden, Labyrinthfische) ein directes Wandern über Land in Betracht. Endlich ist zweifelsohne der Transport der Fischeier durch Wasservögel und Wasserinsecten das Hauptmittel der Verbreitung von einem Flusssystem in das andere. Von so seltenen Vorkommnissen, wie dem Transport von Fischen durch Stürme und Wirbelwinde, kann man füglich absehen.

Alle jene Wege nun, die wir als die wesentlichen für die Verbreitung der Fische von einem Flusssystem in das andere kennen, sind dem Ceratodus verschlossen. Er vermeidet die Quellgebiete, hat also viel weniger Aussicht, von dort aus in benachbarte Flussläufe zu gelangen, als andere Fische. Er ist sehr empfindlich gegen Salzwasser; so ist ihm also auch der Weg durch die Flussmündungen und das Meer abgeschnitten. Zum Wandern über Land ist er gänzlich unfähig. Seine Eier endlich sind ganz ausserordentlich empfindlich und hinfällig, wie ich tausendfach Gelegenheit hatte mich zu überzeugen. Ein auch nur zeitweiliges Trockenwerden vertragen sie nicht. Wird das Wasser, in dem man die Eier züchtet, zu warm, hat man zu viele Eier in einem Gefäss, entfernt man nicht rasch jedes abgestorbene Ei, so ist ein rapides Absterben die Folge. Dieser Umstand erschwerte meine embryologischen Sammlungen sehr. Jedenfalls erscheint ein Transport der ohnehin sehr grossen Ceratoduseier durch Wasservögel oder andere Wasserthiere so gut wie ausgeschlossen.

Wird also Ceratodus durch irgend einen Grund — am nächsten liegt es, an eine langdauernde Dürre zu denken — in einem Flussgebiet ausgerottet, so ist es ihm unendlich viel schwerer, von Nachbargebieten aus wieder in dasselbe einzudringen, als anderen Fischen.

Hierin dürfte meiner Ansicht nach der Hauptgrund der beschränkten Verbreitung des Ceratodus zu suchen sein.

Wahrscheinlich spielt auch eine Abnahme der Wasserreservoirs, die viele Flüsse Queenslands früher in den Seen und Sümpfen der Darling Downs hatten, ein dadurch bedingtes leichteres Austrocknen, überhaupt vielleicht eine Zunahme der Trockenheit des australischen Klimas eine Rolle. Das Ueberleben des Fisches im Burnett und Mary mag in dem Vorhandensein einiger besonders ausgedehnter Austiefungen dieser beiden Flussläufe, ferner vielleicht in dem Zusammentreffen glücklicher Umstände seinen Grund haben, das das gänzliche Austrocknen dieser beiden Flussläufe seit undenklichen Zeiten verhindert haben mag. Würde heute eine sehr intensive Trockenperiode den Mary River betreffen und diesen zum gänzlichen Austrocknen bringen, im Burnett aber noch einige Waterholes gefüllt lassen, so würde der Fisch auf den Burnett beschränkt sein, und wahrscheinlich ungemessene Zeiträume lang bleiben. Würde andererseits heute ein

Naturforscher oder Privatmann sich die Mühe machen, lebende Exemplare von Ceratodus in den Mittellauf des Brisbaneflusses einzusetzen, so würden dieselben dort zweifellos ausgezeichnet fortkommen und bald dies ganze Flusssystem bevölkern. Während meiner Anwesenheit in Brisbane fischte man dort einen Teich aus, in den vor 10 Jahren zwei lebende Ceratodus eingesetzt worden waren. Beide befanden sich noch am Leben, waren gut gediehen und beträchtlich gewachsen. Es wäre zu wünschen, dass das hier vorgeschlagene Experiment gemacht und dem interessanten Fisch eine weitere Verbreitung gegeben würde.

Einheimischer Name, Fang, Verwendung.

Diese Punkte bedürfen deshalb einer kurzen Besprechung, weil bei allen dreien Verwechslungen mit Osteoglossum Leichhardti vorgekommen sind. Letzterer Fisch wird von den Eingeborenen des Dawson und Fitzroy »Barramunda« genannt. Der einheimische Name des Ceratodus dagegen ist am Burnett »Djelleh«. Allein unter diesem Namen war der Fisch den zahlreichen Eingeborenen des Burnett bekannt, die ich danach befragte [1]).

Die Eingeborenen dieser Gegenden sind nomadisirende Jäger und Fischer; fast jedes land- und wasserlebende Wirbelthier dient ihnen zur Nahrung; eine interessante Ausnahme davon macht nur Ornithorhynchus, den sie verschmähen. Dagegen stellen sie dem Ceratodus oder Djelleh eifrig nach, ohne ihn für eine besonders leckere Speise zu halten. Eine Aeschenart (Mugil cunnesius, Russel) die sie Ngaria nennen und die im Burnett häufig vorkommt, wird weit vorgezogen.

Die Eingeborenen bedienen sich zum Fange des Ceratodus zweier kleiner Handnetze, die eins in die rechte, das andere in die linke Hand genommen und mit ihren halbmondförmigen Holz-Mündungen um den Fisch an einander geklappt werden. Der Fischer taucht dabei zunächst an den Stellen der Wasserlöcher, wo er Ceratodus vermuthet, in die Tiefe und kundschaftet mit Augen, Händen und Füssen die Position des Fisches aus, der für gewöhnlich bewegungslos auf dem Grunde liegt. Der Taucher kommt nun meist zunächst wiederum an die Oberfläche, um Luft zu schöpfen, und taucht dann noch einmal, um nun den Fisch vorsichtig in die Netze einzuschliessen und mit einem Ruck herauszuheben. Eine solche Fangart ist natürlich nur bei ganz ungewöhnlich trägen, langsamen, indolenten Fischen möglich, und ein solcher ist Ceratodus. Man kann ihn bei nöthiger Vorsicht sogar unter Wasser berühren, ohne dass er seine Stelle wechselt. Wird er einmal durch die Berührung beunruhigt, so schwimmt er mit einem plötzlichen Ruck eine kurze Strecke weit fort, bleibt dann wieder regungslos liegen, und das Spiel wiederholt sich. Bei seiner gewaltigen Kraft gelingt es ihm unter Wasser nicht selten, sich aus den Netzen zu befreien, auch bricht er leicht die Angel; einmal ausser Wasser ist er aber ganz hilflos.

Von den weissen Ansiedlern und neuerdings auch von den Eingeborenen wird er zuweilen auch mit der Angel gefangen. Als Köder dient Fleisch aller Art, Schnecken, abgetödtete kleine Fische und am besten grössere Süsswassercrustaceen. Der Fisch nimmt den Köder vom Grunde oder den tieferen Wasserschichten, ist aber dabei ausserordentlich launisch. Ich habe ihn monatelang mit Setz- und Wurfangeln am Burnett, Auburn und Boyne gefischt. Zuweilen wollte wochenlang kein einziger beissen, zuweilen fing man täglich mehrere, einmal bei Beginn einer Regenperiode innerhalb 2 Tagen 10 Stück. Manchmal wollte es

1) Wie mir Mr. T. Illidge mittheilte, wird der Fisch in anderen Gegenden (wahrscheinlich im Mary-District Giwein oder Gadir genannt. Ich selbst habe hierüber keine Erfahrungen und erwähne diese Namen deshalb nur beiläufig und unter Vorbehalt.

scheinen, dass der Fisch in den Morgen- und Abendstunden am besten bisse, manchmal traf das nicht zu. Ich kann also keine bestimmte Regel aufstellen.

Dagegen kann ich angeben, dass die Angabe, Ceratodus nähme in gewissen Jahreszeiten die Fliege, auf der schon mehrfach erwähnten Verwechselung mit dem echten Barramunda, Osteoglossum, beruht. Beide Osteoglossum-Arten, O. Leichhardti sowohl wie O. Jardinii können mit der Fliege geangelt werden, und deshalb wird der Barramunda, O. Leichhardti, von den Ansiedlern als »Dawson Salmon« bezeichnet, obwohl er mit einem Salm sonst nicht die geringste Aehnlichkeit hat. Auch der Burnett Salmon, Ceratodus Forsteri, hat mit einem Lachse absolut keine Aehnlichkeit; er wird aber als Salm bezeichnet, nicht weil er die Fliege nimmt, sondern weil er das rosenrothe Fleisch des Lachses besitzt.

Dieses rosenrothe Fleisch ist an Geschmack dem echten Lachsfleisch durchaus unähnlich, er wird von den Schwarzen nicht besonders, von den weissen Ansiedlern gar nicht geschätzt und ist in der That trocken und fade. Die gegentheiligen Angaben sind wiederum durch die Verwechselung mit dem Dawson Salmon, dem Barramunda, veranlasst, dessen weisses Fleisch einen vortrefflichen Geschmack besitzt und ein allgemein beliebtes Nahrungsmittel bildet.

Lebensweise.

Ganz allgemein hält man den Ceratodus für einen Fisch, der sich ausschliesslich von vegetabilischen Stoffen ernährt. In der That findet man den ganzen Darm jederzeit mit Pflanzenstoffen aller Art vollgepfropft. Krefft fand auch Bruchstücke kleiner Muscheln im Magen; Günther nimmt aber an, dass dieselben nur zufällig mitverschluckt seien. Die Pflanzentheile bestehen aus Stücken verschiedener im Wasser wachsender Gramineen, grünen Algen, Blättern und Blüthen verschiedener Myrtaceen, die zufällig ins Wasser geweht und untergesunken sind. Niemals fand ich ein Exemplar, dessen Darmkanal nicht von grünen Pflanzentheilen prall erfüllt gewesen wäre.

Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, dass Ceratodus ein Pflanzen*fresser* ist; eine andere Frage aber ist es, ob er sich von diesen Pflanzentheilen auch ernährt. Diese Frage glaube ich verneinen zu müssen.

Zunächst ist daran zu erinnern, das Ceratodus auch mit der Angel gefangen werden kann und Stücke von Fischen (besonders Perca-Arten), Fleisch, Würmer, Schnecken, mit besonderer Vorliebe aber grössere Süsswassercrustaceen als Köder annimmt. Die Langsamkeit und Schwerfälligkeit des Thieres wird es demselben allerdings unmöglich machen, unter gewöhnlichen Verhältnissen grössere lebende Thiere in genügender Menge zu erbeuten. Auch spricht die Beschaffenheit seiner Zähne dagegen, die in ausgesprochener Weise dem Zwecke des Abschneidens von Gräsern und Pflanzentheilen, nicht dem Festhalten lebender Thiere angepasst sind. Doch wird durch die oben erwähnten Beobachtungen schon bewiesen, dass sich Ceratodus keineswegs ausschliesslich von vegetabilischen Stoffen ernährt.

Die Beschaffenheit der im Darmkanal befindlichen Pflanzentheile selbst macht es im höchsten Grade unwahrscheinlish, dass dieselben überhaupt verdaut und zu Nahrungszwecken verwendet werden. Die Pflanzentheile sind nur ganz ungenügend zerkleinert, meist finden sich Centimeter lange Stücke, deren Structur noch so deutlich kenntlich ist, dass eine Artunterscheidung möglich ist. Es würde eine ganz ungewöhnlich starke verdauende Kraft dazu gehören, so unzureichend zerkleinerte Pflanzentheile zu verdauen. Der Darmkanal des Fisches ist gerade, ohne jede Windung und deshalb relativ sehr kurz; allerdings wird durch die wohl entwickelte Spiralklappe eine Oberflächenvergrösserung erzielt, und ein langsameres Passiren der Nahrungsstoffe durch den Darm bedingt.

Die im Darme gefundenen Pflanzentheile sind zuweilen noch ganz grün und frisch, zuweilen aber schwärzlich verfärbt und halb verfault; sie sehen dann aus, als ob sie lange abgestorben im Wasser gelegen hätten. In Wasserlöchern, die durch eine Fluth zeitweilig von einer eigenen Vegetation entblösst sind, müssen sich die Thiere eben mit halbverwesten Resten von Pflanzen, die zufällig in ihr Bereich geweht oder geschwemmt sind, begnügen. Solche Wasserlöcher findet man zahlreich am Flusse nach Fluthen besonders im Winter.

Dass aber die Pflanzentheile im Darme des Fisches selbst nicht nennenswerth verändert, also auch nicht zur Nahrung verwendet werden, wird meines Erachtens durch den Umstand bewiesen, dass innerhalb eines Darmes die Pflanzentheile keine merkliche Differenz zeigen, ob sie nun im Anfangstheile oder im Endtheile desselben liegen. Ich habe oft ganz frische, kaum veränderte Pflanzentheile aus dem After herausziehen können, deren Artzugehörigkeit sich noch erkennen liess, und aus denen sicher keine Nahrung entnommen worden war.

Hieraus folgt der Schluss, dass die Pflanzen überhaupt nicht um ihrer selbst willen gefressen werden, sondern um dessentwillen, was zwischen ihren Stengeln, Blättern und Blüthen sitzt. Der Fisch nährt sich von den zahllosen Insectenlarven, Fisch- und Amphibien-Larven und Laich, Crustaceen, Würmern, Mollusken, die in jenem Pflanzengewirr ihren Unterschlupf finden.

Durch makroskopische wie mikroskopische Untersuchung kann man sich leicht überzeugen, wie reich und üppig diese Fauna am Burnett ist. Doch handelt es sich natürlich fast ausschliesslich nur um relativ kleine Organismen, und es ist begreiflich, dass der grosse Fisch, um hinreichende Mengen dieser diminutiven Nahrung zu erhalten, fortdauernd sehr grosse Mengen von Pflanzentheilen aufnehmen muss. Die wohlentwickelte Spiralklappe verhindert eine zu rasche Passage der Theile durch den Darm, denn es bedarf einiger Zeit, ehe die verdauenden Säfte zwischen den Pflanzentheilen hindurch auf die animalischen Einschlüsse wirken können, und ehe die Resorption sich vollzieht. Wir kommen zu dem Schluss, dass Ceratodus die gefressenen Pflanzentheile ebensowenig verdaut, wie etwa eine Holothurie Steine oder Sand. In beiden Fällen ist die Nahrung eine vorwiegend oder ganz animalische; die abgebissenen, kaum zerkleinerten Pflanzentheile in dem ersten, die mineralischen Bruchstücke in dem zweiten Falle sind blos die Vehikel der eigentlichen Nahrung.

Es ist mir nicht gelungen, festzustellen, ob die Lebensweise des Fisches eine vorwiegend nächtliche sei. Allerdings behaupteten meine Schwarzen, dass er besonders bei Nacht seinen Standort wechsele und die Gräser abweide. Doch habe ich ihn ganz ebenso bei Tag wie bei Nacht, Morgens und Abends mit der Angel gefangen. Sicher ist, dass er bei Tage oft längere Zeit bewegungslos auf einem Flecke liegt, mit Vorliebe längs der riesigen Baumstrünke, die allenthalben im Flussbette zerstreut liegen, unter der Wölbung verborgen und beschattet. Stets wählt er dabei die tieferen Stellen der Wasserlöcher aus; zum Fressen begiebt er sich auch in das seichtere Wasser nahe den Ufern, niemals aber geht er ans Land.

Es ist mir unverständlich, wie der Irrthum hat aufkommen können, dass Ceratodus Nachts an Land gehe. Wenn Hill (5 p. 514) angiebt: »these fishes do not go higher than the brackish water, and at night leave the streams and go among the reeds and rushes on the flats subject to tidal influence«, so kann damit Ceratodus schon deshalb nicht gemeint sein, weil derselbe nicht nur höher die Flüsse hinaufsteigt, als das Brackwasser und der Gezeiteneinfluss reicht, sondern das Brackwasser sogar sorgfältig vermeidet und nur jenseits des Gezeiteneinflusses, fern von den Mündungen im reinen Süsswasser gefunden wird. Aber ebenso irrig ist die neuere Angabe von Lumholtz (8, englische Uebersetzung p. 385), dass Ceratodus auf die aus dem Wasser ragenden Baumstrünke krieche, um sich zu sonnen. Schon Günther (5 und 6) hebt mit Recht hervor, dass die paarigen Flossen des Ceratodus zu schwach und biegsam sind, um den schweren Körper auf dem Lande fortzubewegen.

Noch weniger ist natürlich bei der gedrungenen Körperform unseres Fisches an ein aalartiges Kriechen zu denken. Davon kann man sich leicht an gefangenen Thieren überzeugen, wie SPENCER (10) mit Recht hervorhebt. In der That ist Ceratodus ausser Wasser hülfloser, als die meisten anderen Fische, und zu jeder Ortsbewegung unfähig, da es ihm nicht einmal gelingt, sich durch Schläge des Schwanzes eine Strecke weit fortzuschnellen.

Ein fernerer Irrthum, der sich von Beginn unserer Kenntniss über Ceratodus an durch die ganze Literatur schleppt, ist die Vorstellung, dass sich der Fisch während der trockenen Periode in den Schlamm eingrabe. Dieses Missverständniss wurzelt in der Aeusserung KREFFT's: »I think[1]), however, that during this latter period the animals are buried in the mud.« KREFFT kam zu dieser Vermuthung offenbar durch die Analogie mit Protopterus, dessen Sommerschlaf in Schlammcocons, zur Zeit, als KREFFT schrieb, schon bekannt war. Was er als Vermuthung aussprach, wurde dann später als positive Thatsache wiederholt.

Als ich an den Burnett kam, suchte ich natürlich Näheres über Sommerschlaf, Eingraben in den Schlamm, Coconbildung in Erfahrung zu bringen. Lag doch in der That bei dem häufigen Eintrocknen der australischen Flüsse der Gedanke an ein analoges Verhalten, wie der verwandte Protopterus es zeigt, sehr nahe. Das Resultat meiner Nachfragen war aber ein ganz negatives, und auf Grund ähnlicher Auskünfte hat auch schon SPENCER, der während meines ersten Aufenthalts am Burnett eine Zeit lang dort verweilte, ein Eingraben in Schlamm als sehr unwahrscheinlich bezeichnet (10 p. 2).

Auf Grund der Angaben kundiger Eingeborener und Ansiedler und besonders auf Grund meiner eigenen Beobachtungen und Experimente muss ich das Vorkommen eines Sommerschlafs bei Ceratodus und Coconbildung irgend welcher Art auf das entschiedenste in Abrede stellen.

Man kann das Thier das ganze Jahr im Flusse mit Netz und Angel fangen. Die Zeit des niedrigsten Wasserstandes am Burnett fällt normaler Weise in das Ende der trockenen Zeit (Ende August bis Mitte October). Gerade in diese Zeit fällt aber die Laichzeit der meisten Ceratodus, die natürlich nicht gleichzeitig sommerschlafen und sich fortpflanzen können. Da noch niemals Cocons von Ceratodus am Burnett gefunden worden sind, und es sicher ist, dass solche Bildungen den geschärften Sinnen der schwarzen Eingeborenen nicht völlig entgangen sein würden, so ist von ihnen ganz abgesehen.

Ceratodus bewohnt, wie oben erwähnt, die tiefsten Stellen der Flüsse, die sogenannten Wasserlöcher, die vor dem Austrocknen am besten geschützt sind. Was wird aber vorkommen, wenn in sehr trockenen Jahren flachere Wasserlöcher, die auch Ceratodus enthalten, austrocknen? Ich habe versucht, diese Frage experimentell zu lösen, indem ich lebende Ceratodus einmal in einem todten Flussarm absperrte, ein anderes Mal in einen sumpfigen Teich im Dickicht (Scrub) einsetzte. Kein einziger machte irgendwelche Anstalten, sich in den schlammigen Boden einzugraben, obwohl die Fische volle vier Wochen unter diesen Verhältnissen gehalten wurden, und das Wasser täglich sank und wärmer wurde, da während dieser Zeit kein Regen fiel. Schliesslich war der Wasserstand im einen Fall auf $1^1/_2$, im anderen auf 1 Fuss gesunken. Am Ende der vierten Woche begannen starke Regen, die die vollständige Beendigung des Experiments unmöglich machten. Die Fische wurden durch rapides Steigen des Wassers aus dem todten Flussarm entführt; aus dem kleinen Teich nahm ich sie selbst wieder heraus. Sie hatten sich vortrefflich in demselben gehalten. Später machte ich noch einige Experimente, indem ich einzelne Exemplare in kleinere künstlich ausgegrabene Lachen einsetzte und das Wasser austrocknen liess. Niemals konnte ich die Thiere dazu bringen, sich einzugraben. Indessen erfolgte in diesen Fällen das Eintrocknen wohl allzu rasch, in 12—36 Stunden; auch hatten vielleicht die Fische die durch

1) Im Original (7 p. 223) nicht gesperrt gedruckt.

Fang und Transport bedingte Schädigung noch nicht völlig überwunden. Jedenfalls starben sie ab, ohne sich einzugraben.

Der beste und erfahrenste der schwarzen Eingeborenen, die in meinen Diensten standen, »Gorenga Jimmy« genannt, erzählte mir, dass zuweilen in sehr trockenen Jahren auch manche der grossen Wasserlöcher austrocknen; alle Fische suchen dann der sich zurückziehenden Feuchtigkeit bis in die Schlammdecke des Bodens zu folgen; einige wie die Aale wühlen sich in bedeutende Tiefen. Zu letzteren gehört aber Ceratodus nicht, dem der Bau seines Körpers und seiner Flossen ein eigentliches Eingraben in die härteren tieferen Schichten unmöglich macht. Jimmy hatte niemals einen wirklich tief in Schlamm vergrabenen Ceratodus gefunden oder von dem Fange eines solchen gehört. Er erzählte mir nebenbei, dass solche austrocknenden Austiefungen von zahllosen Wasservögeln, Raubvögeln und Krähen umschwärmt würden, die hier eine reichgedeckte Tafel finden.

Wenn eine fischreiche Austiefung des Flussbetts austrocknet, sterben übrigens die meisten Fische schon vorher in Folge der Verschlechterung des Wassers durch faulende animalische und vegetabilische Substanzen. Mr. W. B. Maltby von Gayndah erzählte mir, dass er in einem sehr trockenen Jahre einmal ein grosses, aber nicht sehr tiefes »Waterhole«, das dem Austrocknen nahe war, ausgefischt habe. Das übrig gebliebene Wasser war erfüllt mit abgestorbenen Barschen, Aeschen und anderen Flussfischen. Die Fischleichen verpesteten das Wasser so stark, dass das Fischen in demselben in hohem Grade unangenehm war. Einige Ceratodus aber, die sich in diesem Gewässer befanden, waren völlig frisch und lebenskräftig und zeigten keine Spuren davon, dass sie sich in einem für wasserathmende Thiere höchst ungesunden Aufenthaltsort befanden.

Hier ist der Punkt, wo die Lungenathmung des Ceratodus in Frage kommt. Sie dient ihm nicht auf dem Lande, nicht während des Sommerschlafes im Schlamme oder in Cocons, sondern sie ist für ihn das einzige Hülfsmittel, die in trockenen Zeiten für Kiemenathmung oft sehr ungünstigen Verhältnisse seiner einheimischen Gewässer zu überstehen.

Dabei liegt die Sache nun aber nicht so, dass Ceratodus, wie Günther (5 und 6) vermuthet, in hinreichend reinem Wasser nur vermittelst der Kiemen, in schlechtem Wasser nur mittelst der Lungen athmet, in mittelmässig gutem Wasser aber beide Respirationssysteme benutzt. Vielmehr hat Spencer (10) Recht, wenn er bemerkt, dass Ceratodus seine Lunge nicht zeitweilig als einziges, sondern fortdauernd als accessorisches oder besser coordinirtes Athmungsorgan benutze. — In den Gewässern, die den Fisch beherbergen, kann man stets, bei Tag wie bei Nacht, auch dann, wenn das Wasser rein und klar ist, ein eigenthümliches, dumpfes, grunzendes Geräusch vernehmen. Es ist unser Fisch, der vom Grunde an die Oberfläche steigt, um seine Lunge zu entleeren und mit frischer Luft zu füllen. Bei gefangenen Exemplaren konnte ich beobachten, dass die Schnauzenspitze dabei aus dem Wasser erhoben wurde. Ob der Mund fest geschlossen blieb, die Respiration also allein durch die vor dem Mundrande gelegenen äusseren Nasenlöcher erfolgte, was sehr wahrscheinlich ist, liess sich leider nicht mit Sicherheit feststellen, da ich die Thiere nicht in Gefässen mit durchsichtigen Wänden halten konnte; ebensowenig ob das Geräusch ein inspiratorisches oder exspiratorisches war und wie und wo es zu Stande kommt. Während des Respirationsactes schien mir zuweilen auch Luft in Gestalt einiger grosser Blasen durch die Kiemenöffnungen ausgetrieben zu werden.

Die Frequenz der Athmung ist eine wechselnde; sie erfolgt bei gefangenen Thieren, die in kleinen Behältern gehalten werden, in Zwischenräumen von 30—40 Minuten. Ob der freilebende Ceratodus ebenso frequent athmet, vermag ich natürlich nicht zu entscheiden. Meine Schwarzen versicherten, dass das Ath-

mungsgeräusch in der Sommerhitze bei niedrigem Wasserstande häufiger zu hören sei, als bei hohem Wasserstande und in der kühleren Zeit. Ich selbst habe diese Beobachtung nicht machen können.

Jedenfalls hört man dort, wo der Fluss zahlreiche Exemplare von Ceratodus beherbergt, das characteristische Grunzen zu allen Zeiten häufig und kann aus ihm auf die Anwesenheit des Fisches schliessen.

Ein gefangenes Exemplar wurde von mir absichtlich längere Zeit in einem kleinen Gefässe mit weniger Wasser als das dreifache Körpervolumen des Tieres gehalten. Dieses Wasser wurde während einer Woche nicht gewechselt und hatte schliesslich eine ganz abscheuliche Beschaffenheit angenommen. Ein gewöhnlicher Fisch wäre unter solchen Verhältnissen in wenigen Stunden verendet, und selbst ein zählebiger Schlammbewohner wäre schliesslich gestorben oder hätte Zeichen des Unbehagens an den Tag gelegt. Ceratodus schien sich während der ganzen Zeit nicht schlecht zu befinden und war am Ende der Woche ebenso kräftig und frisch, wie am Anfang des Versuchs. Ein merkliches Steigen der Frequenz der Athmung vermochte ich nicht zu constatiren.

Einen längeren Aufenthalt an der Luft vertragen unsere Fische nicht, da ihre Kiemen rasch eintrocknen. In der heissen Zeit sterben sie unter solchen Verhältnissen schon in 1—2 Stunden ab, und erholen sich auch nicht, wenn man sie noch vor dem Absterben wieder in Wasser zurückbringt. Auch ein mehrstündiger Transport in feuchten Tüchern wird schlecht vertragen. Niemals beobachtete ich bei ins Trockene gelegten Exemplaren die oben geschilderten Respirationserscheinungen.

Ceratodus ist demnach noch ein vollkommenes Wasserthier; die bei ihm beobachtete Lungenathmung ist nicht als eine Anpassung an zeitweiliges Leben im Trocknen, sondern als Anpassung an ein Leben in zeitweilig zur Athmung untauglichem Wasser entstanden. Zweifellos haben an Athmungsverhältnisse, wie Ceratodus sie aufweist, diejenigen angeknüpft, die wir bei Protopterus beobachten. Dieser Dipnoer kann sich, wenn er in seinem Cocon vor übermässigem Eintrocknen geschützt ist, längere Zeit der Lungenathmung bedienen. Er hat mithin als Luftathmer eine höhere Stufe erreicht als Ceratodus. Auf diese Punkte komme ich später noch einmal zurück, wenn die verwandtschaftlichen Beziehungen der Dipnoer unter einander und zu den höheren und niederen Ordnungen der Anamnier genauer festgestellt sein werden. Dann soll auch auf analoge Verhältnisse der Respiration bei gewissen Ganoiden eingegangen werden.

Beiläufig sei noch bemerkt, dass bei manchen Teleostiern (Cobitidina) ein Verschlucken von Luft zu respiratorischen Zwecken vorkommt. Es handelt sich hier um eine Darmathmung, die sich natürlich ganz selbständig und ohne Anknüpfung an die Verhältnisse der Dipnoer entwickelt hat. Wieder andere Fische (Periophthalmus, Labyrinthici etc.) können längere Zeit im Trocknen verweilen und führen eine wahrhaft amphibische Lebensweise. Bei ihnen handelt es sich aber bekanntlich um blosse Kiemenathmung, die durch oft sehr complicirte Einrichtungen auch ausserhalb des Wassers möglich gemacht ist.

Fortpflanzung und Eiablage.

Es ist schwierig, bestimmte Angaben über die Fortpflanzungszeit des Ceratodus zu machen, da hier starke individuelle und durch klimatische Einflüsse bedingte Schwankungen vorkommen. Nach den Erfahrungen, die Caldwell (2 und 3) im Jahre 1884 und ich selbst in den Jahren 1891 und 1892 gemacht haben, kann man wohl sagen, dass die Fortpflanzungszeit sich über die Monate April bis Ende November ausdehnt; weitaus die überwiegende Mehrzahl der Thiere laicht aber in den Monaten September und October. Zu dieser Zeit haben die meisten Thiere, die man öffnet, reife Geschlechtsproducte und zu dieser Zeit findet man auch

an günstigen Stellen reichliche Mengen von Ceratoduslaich. CALDWELL fing schon im April geschlechtsreife Männchen und Weibchen; er selbst aber sowohl wie auch ich konnten abgelegte Eier nicht vor September finden. Bei diesem negativen Resultat mag auch die Schwierigkeit eine Rolle spielen, in dem zur Winterzeit immerhin ziemlich kalten Wasser längere Zeit nach den Eiern zu suchen. Die schwarzen Eingeborenen kann man dann überhaupt nicht dazu bringen, ins Wasser zu gehen. Ich sammelte noch im Laufe November geringere Mengen, Ende November ganz vereinzelte Eier im Fluss. Im December 1891 war es mir aber trotz aller Anstrengungen nicht möglich, auch nur ein einziges Ei zu finden.

Die Eier des Ceratodus werden bekanntlich im Oviduct (MÜLLER'schen Gange) von einer schleimigen Umhüllung umgeben, die ganz ähnlich wie bei den meisten urodelen und anuren Amphibien im Wasser zu einer gallertigen Hülle aufquillt. Dieselbe ist in diesem gequollenen Zustande für die Spermatozoen undurchdringlich. Bei jenen Amphibien werden deshalb also die Eier entweder im Augenblicke ihres Austritts, noch ehe sie mit dem Wasser in Berührung kommen, mit Sperma übergossen und befruchtet (Anuren), oder aber das Männchen entleert Samenpackete in das Wasser, die vom Weibchen selbst in den Oviduct eingeführt werden (Urodelen).

Die ausserordentlich feste und ansehnliche Gallerthülle des Ceratoduseies lässt es, wie beim Amphibienei, unmöglich erscheinen, dass das Ei nach dem Quellen der Hülle befruchtet werde. Der Umstand, dass die Eier einzeln oft in bedeutenden Abständen von einander abgelegt werden, macht eine Befruchtung genau im Momente des Austritts, wie sie bei Kröten und Fröschen stattfindet, ebenfalls unwahrscheinlich.

Es läge also am nächsten, an eine Art innere Befruchtung zu denken, sei es an eine wirkliche Begattung, wie bei Selachiern, sei es an ein Einführen des ins Wasser abgelegten Spermas seitens des Weibchens, wie bei den Schwanzlurchen. Aber auch gegen diese beiden Möglichkeiten lassen sich Bedenken geltend machen. Von der Möglichkeit einer Begattung kann man wohl ganz absehen, da Begattungsorgane fehlen, und die Körperform unseres Fisches ein wirkliche Begattung als kaum denkbar erscheinen lässt. Beiläufig sei erwähnt, dass ich bei reifen oder nahezu reifen Thieren die Schleimhaut in der Umgebung der Urogenitalmündungen stark geröthet und geschwellt fand. Auch die Vorstellung, dass das ins Wasser entleerte Sperma mittelst der Bauchflosse des Weibchens oder auf irgend einem anderen Wege in die Genitalöffnung eingeführt werde, ist mit Schwierigkeiten verbunden und jedenfalls unbewiesen. Ich habe mir vergebliche Mühe gegeben, über diesen Punkt zu einem entscheidenden Resultat zu gelangen. Die Thiere vermeiden vollständig flaches Wasser mit hellem, unbewachsenem Sandboden, das die nöthige Durchsichtigkeit haben würde, um ihr Treiben zu verfolgen. Das Wasser des Burnett ist nicht klar genug, um die Fische an tiefen oder mit Pflanzen durchwucherten Stellen zu beobachten.

Ich kann in dieser Richtung nur eine einzige Beobachtung anführen, die von einem meiner Schwarzen gemacht worden ist. Derselbe sah am frühen Morgen eine grosse Anzahl von Ceratodus in einem mit Wasserpflanzen durchwachsenen Wasserloch längere Zeit in weitem Kreise hin und her schwimmen, wobei sie einander zu folgen schienen. Als wir bald darauf die Stelle untersuchten, fanden wir frisch abgelegten Laich. Eine Wiederholung des Vorganges konnte nicht beobachtet werden. Wahrscheinlich handelte es sich hier aber um Befruchtung und Ablage der Eier, denn ein derartiges geselliges Hin- und Herschwimmen ist sonst bei Ceratodus etwas ungewöhnliches. Es ist sehr wahrscheinlich, dass hier mehrere Männchen einem reifen Weibchen nachschwammen und in irgend einer Weise für die Befruchtung der eben abzulegenden Eier sorgten. Auf die Art der Befruchtung wirft diese Beobachtung natürlich kein Licht.

Die Eier werden einzeln lose zwischen das Gewirr der Wassergewächse abgelegt, mit Vorliebe an tieferen Stellen, seltener im flachen Wasser. Ein Ankleben an die Pflanzentheile, wie bei den Tritonen oder Amblystomen, findet nicht statt. Auch geht dem Laich jegliches Schwimmvermögen ab. Die Eier

liegen lose im Pflanzengewirr und fallen, wenn man beim Herausheben desselben aus dem Wasser nicht sehr vorsichtig ist, leicht zu Boden. Deshalb ist das Sammeln derselben auch viel schwieriger und zeitraubender als das unserer Schwanz- und Froschlurche. Solche Ceratodus, die sich in vegetationsarmen Wasserlöchern befinden, legen nothgedrungen ihren Laich auf den Grund ab, am liebsten unter die Wölbung versunkener Baumstämme oder in andere Verstecke.

Folgende Beobachtung spricht dafür, dass das Legegeschäft eine grössere Anzahl von Tagen in Anspruch nimmt. Vom 4. bis 14. November 1891 wurden in einer kleineren Austiefung des Boyne nahe seiner Mündung in den Burnett täglich, kleine Mengen von Ceratoduseiern über einen weiten Umkreis zerstreut gefunden. An Stellen, die Tags zuvor von vielen Menschen sorgfältig abgesucht worden waren, fanden sich am nächsten Tage jedesmal wieder frisch abgelegte Eier in etwa gleicher Menge. Am 14. November fischten einige der Schwarzen gegen meinen Willen an dieser Stelle des Flusses und tödteten ein reifes Weibchen, das noch ziemliche Mengen von Eiern enthielt. Von diesem Augenblick an wurde an der betreffenden Stelle kein Laich mehr gefunden. Die Menge der täglich gefundenen Eier war so gering, dass die Annahme ausgeschlossen ist, es habe hier täglich ein anderes Weibchen gelaicht. Höchst wahrscheinlich rührten aber die gefundenen Eier sämmtlich von dem einen, am 14. November getödteten Weibchen her. — Im September und October 1892, als viele Fische gleichzeitig laichten, war der Laich stellenweise ziemlich dicht gesät. Es sprechen aber zahlreiche Einzelbeobachtungen, die ich hier nicht alle ausführlich anführen kann, dafür, dass das einzelne Weibchen seinen Laich bei jeder Ablage über einen weiten Umkreis verstreut.

Jedes Ei ist von einer sehr festen, elastischen Gallerthülle umgeben, die ihm so lange auf das engste anliegt, bis der Embryo sich deutlich abzuheben beginnt. Je älter der Embryo wird, um so weicher und lockerer wird die Hülle. Sobald er anfängt, im Inneren der Hülle Bewegungen auszuführen, kann man sie leicht abstreifen. Vorher ist das sehr schwierig, und zwar um so schwieriger, je jüngere Stadien man vor sich hat.

Ganz genaue Daten über die Zeit der Entwickelung kann ich nicht geben, da ich niemals in die Lage kam, künstliche Befruchtung ausführen zu können. Ich kann aber folgende ungefähre Angaben machen.

Die Entwickelung innerhalb der Hülle dauert etwa 10—12 Tage. Während der letzten Tage führt der Embryo in der Hülle Bewegungen aus und kann zu dieser Zeit ohne Schaden aus ihr befreit, so zu sagen künstlich geboren werden. Zu normaler Zeit ausgeschlüpfte Larven entsprechen etwa dem Stadium 41 Tafel VI der folgenden Abhandlung. Etwa 14 Tage nach dem Ausschlüpfen erscheinen die ersten Andeutungen der vorderen Extremitäten in Gestalt winziger Knöspchen. Die ersten Spuren der hinteren Extremitäten treten erst $2^1/_2$ Monate nach dem Ausschlüpfen ebenfalls als knospenartige Hervorwachsungen auf. Für die Einzelheiten der Entwickelung verweise ich auf die nächsten Abhandlungen.

Die Eier sind sehr empfindlich gegen Schädlichkeiten aller Art, wie zu starke Erwärmung oder ungenügende Ventilation des Wassers, kurzes Eintrocknen etc. Auch viele Eier, die man frisch dem Flusse entnimmt, sind abgestorben. Vielleicht sind das unbefruchtete Eier. Aeltere Eier mit weiter entwickelten Embryonen sind widerstandsfähiger, aber auch die ausgeschlüpften Fischchen sind immer noch sehr empfindlich und bedürfen fortgesetzter Aufmerksamkeit und sorgfältiger Pflege. Die eben ausgeschlüpften Embryonen ernähren sich von dem noch reichlich vorhandenen Dottermaterial. Für gewöhnlich liegen sie bewegungslos in Seitenlage auf dem Grunde. Aufgescheucht, schwimmen sie eine kurze Strecke, um dann wieder unterzusinken und bewegungslos liegen zu bleiben. Wenn der Dottervorrath aufgebraucht ist, werden die Fischchen lebhafter; man muss ihnen dann Nahrung zukommen lassen. Am besten erreicht man dies, indem

man ihnen täglich kleine Mengen von Fadenalgen giebt, die um diese Jahreszeit (November, December) an flachen, ruhigen Stellen des Flusslaufes in Massen wuchern und in ihrem Fadengewirr unzählige Mengen von mikroskopischen Wasserthieren beherbergen. Letztere bilden wohl die eigentliche Nahrung der jungen Fische.

Im Freien bekommt man die jungen Fischchen nur äusserst selten zu sehen, viel seltener als die Jungen der übrigen Flussfische des Burnett (Siluroiden, Percoiden, Mugiliden etc.). Sie müssen eine sehr versteckte Lebensweise auf dem Grunde führen und sich selten in höhere Schichten in das Gewirr der Wasserpflanzen begeben, in dem die Eier sich vor dem Ausschlüpfen befinden, und in dem ich zahlreiche andere junge Fische gefangen habe. Ebensowenig habe ich jemals kleine Ceratodus von 1 Fuss Länge und darunter gefangen oder von ihrem Fange gehört. Auch bei grossen Fischzügen, wie sie in Gayndah ab und zu veranstaltet werden, sind niemals so kleine Ceratodus gefangen worden. Selbst Exemplare von nur 2 Fuss Länge sind Seltenheiten. Es ist einigermaassen räthselhaft, wo und wie sich die kleinen Exemplare verbergen.

Literatur-Verzeichniss.

1) L. AGASSIZ. Recherches sur les Poissons fossiles, Neuchatel 1833—45. Tome III, p. 129.

2) W. H. CALDWELL. On the Development of the Monotremes and Ceratodus. Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales. Vol. 18, 1884.

3) Derselbe. The Embryology of Monotremata and Marsupialia. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Vol 178, 1887.

4) ALBERT GÜNTHER. Description of Ceratodus, a Genus of Ganoid Fishes, recently discovered in Rivers of Queensland, Australia. Proceedings of the Royal Society of London. Vol 19, 1870—1871.

5) Derselbe. Description of Ceratodus, a genus of Ganoid Fishes, recently discovered in Rivers of Queensland, Australia. Philosophical Transactions of the Royal Society. Vol 161, 1871.

6) Derselbe. An Introduction to the Study of Fishes. Edinburgh 1880.

7) GERARD KREFFT. Description of a gigantic Amphibian allied to the Genus Lepidosiren from the Wide-Bay District, Queensland. Proceedings of the Zoological Society of London 1870.

8) C. LUMHOLTZ. Blandt Menneskealdere. Kopenhagen 1887. Engl. Uebersetzung: Among Cannibals. London 1889, John Murray.

9) W. BALDWIN SPENCER. A Trip to Queensland in Search of Ceratodus. The Victorian Naturalist, Melbourne. June 10, 1892.

10) Derselbe. Contribution to our Knowledge of Ceratodus. Maclean Memorial Volume.

11) C. W. DE VIS. Ceratodus Forsteri postpliocene.

12) A. S. WOODWARD. The Fossil Fishes of the Hawkesbury Series at GOSFORD. Memoirs of the Geological Survey of New South Wales. Palaeontology No. 4, 1890.

Uebersicht des Inhalts.

Die äussere Entwickelung des Ceratodus Forsteri.

Von

Richard Semon.

Mit Tafel I–VIII.

In vorliegendem Aufsatze gebe ich eine Darstellung der äusseren Entwickelung des Ceratodes Forsteri. Es erschien mir im Hinblicke auf meine weiteren Untersuchungen durchaus nothwendig, die Hauptzüge der Entwickelung, soweit sie durch äussere Betrachtung und Untersuchung von künstlich aufgehellten Embryonen klargestellt werden kann, zur eigenen Orientirung festzustellen, ehe ich daran ging, die Einzelheiten mit Hülfe der jetzt üblichen feineren Methoden zu studiren. Gewann ich dadurch selbst einen Ausgangspunkt für die spätere analytische und synthetische Arbeit und ausserdem einen allgemeinen Ueberblick über die gesammte Entwickelung, so glaubte ich andererseits, die bisher gewonnenen Resultate den Fachgenossen nicht so lange vorenthalten zu dürfen, bis die gesammten Untersuchungen über alle Details der Entwickelung abgeschlossen vorlagen, was natürlich eine Reihe von Jahren in Anspruch nehmen wird. Ceratodus ist Vertreter einer Wirbelthierklasse, über deren Entwickelung bisher überhaupt nichts bekannt geworden ist. Für Viele wird deshalb eine Kenntniss auch bloss der Hauptzüge der Entwickelung von Interesse sein und auch dem Leser der späteren specielleren Untersuchungen wird sie das Studium derselben erleichtern.

Eine Anzahl von Schnittserien verschiedener Stadien, die bereits angefertigt worden sind, benutzte ich für die vorliegende Arbeit nur zur Aufklärung äusserlich sichtbarer Organisationsverhältnisse, deren Bedeutung sich auf anderem Wege nicht feststellen liess.

Ich habe an Ort und Stelle eine Reihe von Skizzen der lebenden Objecte entworfen, die mir bei der vorliegenden Arbeit einen guten Anhaltspunkt für das Maass der Durchsichtigkeit der lebenden Thiere gaben. Die meisten Objecte sind auf den vorliegenden Tafeln möglichst lebensgetreu auch in Bezug auf ihre Durchsichtigkeit dargestellt. Diejenigen Figuren, bei denen durch künstliche Aufhellung innere Theile zur Anschauung, äussere zum Verschwinden gebracht worden sind (34*x*, 36*x*, 37*x*, 48*x*), sind in der Tafelerklärung ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

Die Figuren wurden mit dem Zeichenprisma bei 9-facher (Tafel I) und 13-facher (Tafel II—VIII) Lupenvergrösserung gezeichnet. Zum Studium vieler Reliefverhältnisse wurde mit Vortheil seitliche Beleuchtung angewendet.

Die Figurenbezeichnung der vorliegenden Tafeln, Fig. 1—48, soll für diese und die folgenden Untersuchungen gleichzeitig als Bezeichnung der verschiedenen Stadien dienen. Die letzten 3 Figuren der Tafel III stellen also z. B. den Embryo 28 in drei verschiedenen Ansichten (von oben 28*o*, von hinten 28*h*, von der Seite 28*s*) dar.

Das Material ist vermittelst einer Reihe verschiedener Methoden conservirt. Die Gallerthülle, die besonders während der Furchung so fest anliegt, dass sie sich nicht vom lebenden Objecte ohne Verletzung desselben entfernen liess, wurde nach vorhergegangener Härtung theils an Ort und Stelle, theils erst nachträglich hier in Jena abpräparirt.

Der Durchmesser der Eier mitsammt ihrer kugelrunden Gallerthülle beträgt durchschnittlich $6^1/_2$—7 mm; individuelle Schwankungen in der Grösse sind nicht selten. In Figur 1 ist ein Ei in seiner Gallerthülle in

natürlicher Grösse dargestellt. Sehr bedeutende Grössenschwankungen zeigen auch die eigentlichen, aus ihrer Hülle herauspräparirten Eier. Die beinahe reifen Eier des Ovariums sind, falls sie nicht durch ihre Nachbarn hier und da gedrückt sind, kugelrund (Fig. 1*). Ganz reife, unbefruchtete oder befruchtete, aber ungefurchte Eier sind mir nicht zur Beobachtung gelangt; wahrscheinlich sind auch sie kugelrund. Sobald die Furchung beginnt, von der Zweitheilung bis zum Ende der Gastrulation, hat das Ei Linsenform (vgl. die Seitenansichten [*s*] von Stadium 2—20). Die flachen Wölbungen der Linse entsprechen dem animalen und dem vegetativen Pole. Der grosse Durchmesser der Linse beträgt durchschnittlich 3 mm, der kleine Durchmesser 2,7 mm.

Die Farbe der animalen Hälfte ist eine schwärzlich-graue, die der vegetativen Hälfte heller grau mit einem Stiche ins Grünliche. Die dunklere Färbung der animalen Hälfte wird durch Anhäufung von Pigment in diesem Bezirke hervorgebracht. Es ist nicht ganz richtig, von animaler Hälfte zu reden, denn nur selten erstreckt sich die Pigmentirung bis zum Aequator abwärts, und häufig ist nur ein kleiner Bezirk um den Pol pigmentirt. Diese Vertheilung des Pigments beobachtet man schon am Ovarialei; je weiter die Furchung vorschreitet, um so undeutlicher wird sie und ist bei Beginn der Gastrulation ganz verschwunden.

Furchung (Tafel I).

Die Furchung des Ceratoduseies ist eine totale, inäquale und stimmt in allen wesentlichen Punkten mit der Furchung des Amphibieneies überein.

Individuelle Variationen bei der Furchung sind häufig, besonders was die Zeit des Durchschneidens der Furchen gegen den vegetativen Pol und was die Richtung der späteren Verticalfurchen anlangt. In allen Fällen treten die Furchen zuerst am animalen Pole auf und schneiden von dort her meist rasch gegen den vegetativen Pol hin durch.

Die erste Furche ist eine verticale. Sie theilt das Ei genau in zwei Hälften und schneidet zuweilen sofort bis zum vegetativen Pole durch (Fig. 2 *u*). Zuweilen aber verzögert sich dieses Durchschneiden bis zum Auftreten der zweiten Verticalfurche (Fig. 3 *u* und 4 *u*).

Die zweite Furche, deren erstes Auftreten wir bei Fig. 3 *o* sehen, ist wieder eine Vertiefung, die genau auf der ersten senkrecht steht und somit das Ei in vier gleich grosse Theilstücke oder Blastomeren zerlegt (4 *o*); das völlige Durchschneiden dieser Furche bis zum vegetativen Pole verzögert sich meist bis in das nächste Furchungsstadium hinein (5 *u*).

Das nächste (dritte) Furchungsstadium ist durch das Auftreten zweier weiterer Verticalfurchen gekennzeichnet, die je zwei der bisher gebildeten Quadranten halbiren. Es kann vorkommen, dass die eine dieser beiden eigentlich coordinirten Verticalebenen um ein Geringes früher auftritt als die andere (Fig. 5 *o*), doch ist das wohl eine Ausnahme. Das Resultat ist die Zerlegung des Eies in acht gleichgrosse Blastomeren (Fig. 6). Die Furchung ist bis hierher als eine annähernd äquale zu bezeichnen.

Erst in der vierten Theilungsphase, also nach dem Auftreten von 8 Verticalfurchen, tritt die erste Horizontalfurche auf (Fig. 7). Hier ist also eine leichte zeitliche Verschiebung in dem Auftreten der Furchen gegenüber den meisten übrigen Thieren mit äqualer, adäqualer (Amphioxus), inäqualer (Cyslostomen, Amphibien) Furchung zu constatiren. In der Regel tritt nämlich schon in der dritten Theilungsphase, also nach dem Auftreten nur zweier auf einander senkrechter Verticalfurchen, die erste Horizontalfurche auf[1]).

1) Bei Acipenser, dessen Eifurchung sich einigermaassen dem meroblastischen Typus nähert, erscheint nach SALENSKY (33) erst nach dem Auftreten von acht verticalen Furchen die erste horizontale Furche, die unregelmässig ist und nahe am Bildungspole liegt. Die Furchung von Lepidosteus nähert sich noch mehr dem meroblastischen Typus.

Die erste Horizontalfurche des Ceratoduseies, die in der vierten Theilungsphase auftritt, entspricht nun nicht dem Aequator des Eies, sondern tritt etwa 45° über ihm auf. Sie theilt das Ei in 8 Micromeren, die den animalen Pol umlagern, und 8 Macromeren, die die darunter gelegenen Theile des Eies umfassen (Fig. 7). Die Macromeren sind zuweilen am vegetativen Pole noch nicht alle deutlich von einander geschieden, wenn die erste Horizontalfurche auftritt.

Die nächsten beiden Theilungsphasen sind durch das Auftreten einer zweiten und einer dritten Horizontalfurche characterisirt. Durch jede werden weitere 8 Theilstücke von den Macromeren abgetrennt (Fig. 8 und Fig. 9). Das Ei enthält also

in	der	ersten	Theilungsphase	2	Theilstücke
„	„	zweiten	„	4	„
„	„	dritten	„	8	„
„	„	vierten	„	16	„
„	„	fünften	„	24	„
„	„	sechsten	„	32	„

Doch treten von der fünften Theilungsphase an sehr häufig Unregelmässigkeiten auf, so dass es gewöhnlich nicht gelingt, die zweite und dritte Horizontalebene deutlich zu verfolgen. Ein sehr deutliches Bild dreier horizontaler Furchen mit zusammen 32 Theilstücken bot das in Figur 9 dargestellte Ei. Eine kleine Unregelmässigkeit findet sich aber auch hier, indem genau am vegetativen Pol ein kleiner ungetheilter Bezirk stehen geblieben ist, der als ein dreiunddreissigstes Theilstück imponirt (Fig. 9 *u*). Einen analogen, vorläufig ungetheilt stehen gebliebenen Polbezirk sehen wir übrigens am vegetativen Pol in Figur 7 *u* und sogar am animalen Pol in Figur 6 *o*.

Nach dem Auftreten der dritten Horizontalfurche wird die weitere Theilung so unregelmässig, dass die Unterscheidung von Theilungsebenen unmöglich ist. Es erfolgt eine fortgesetzte Theilung der Zellen sowohl der animalen wie der vegetativen Hälfte, und so entsteht zunächst eine grosszellige (Fig. 10), dann eine kleinzellige Blastula (Fig. 11). Bis in diese und die ersten Gastrulationsstadien hinein erhält sich aber der Unterschied in der Zellengrösse am animalen und am vegetativen Pol.

Im Stadium 11 ist die Furchung abgeschlossen. Im nächsten Stadium erfolgt die Gastrulaeinstülpung.

Es bedarf keines weiteren Beweises, dass eine Furchung, wie die soeben geschilderte und auf Tafel I abgebildete, sich aufs allerengste an die Eifurchung der Amphibien anschliesst. Jeder Embryolog, dem man die Tafel I vorlegen würde, ebenso wie auch noch die beiden folgenden, die die Gastrulation und die Erhebung und den Zusammenschluss der Medullarwülste vorstellen, würde wohl unbedenklich erklären, dass hier die ersten Entwickelungsvorgänge eines Amphibiums dargestellt seien. Es handelt sich dabei um eine Uebereinstimmung nicht allein in den Grundzügen, sondern auch um eine ganz auffallende Aehnlichkeit aller Formverhältnisse. Dabei ist zu betonen, dass diese Aehnlichkeit der Form die Dipnoerentwickelung ebenso stark der Amphibienentwickelung nähert, als sie sie von der Ganoidenentwickelung entfernt, obwohl in ihren Grundzügen alle drei Entwickelungen übereinstimmen.

Dass dieses Verhältniss nicht etwa einfach durch den grösseren oder geringeren Dotterreichthum bedingt ist, der sich ziemlich direct in der Grösse der Eier ausdrückt, wird dadurch bewiesen, dass das Ganoidenei seinem Dotterreichthum nach zwischen den Eiern der meisten Amphibien[1]) und dem Ceratodusei in der Mitte steht.

1) Die stark vergrösserten Eier der viviparen Salamandrinen (Ei von Salamandra mac. durchschnittlich 4,3 mm Durchmesser) können bei diesen Betrachtungen füglich unberücksichtigt bleiben. Ebenso die Eier der Coecilien.

So hat das aus seiner Umhüllung befreite Ei des Triton alpestris einen mittleren Durchmesser von 1,6 mm, das von Bombinator igneus einen solchen von 1,5 mm; Rana temporaria nahezu 2 mm; das Ei des Lepidosteus misst nach BALFOUR und PARKER (1) nebst Hüllen etwa 3 mm; das des Acipenser sturio nach KUPFFER (21) mit Hülle 3 mm, ohne Hülle 2,8 mm; das des Acipenser ruthenus nach SALENSKY (34) mit Hülle 2 mm im Durchmesser. Das enthülste Ei des Ceratodus aber hat einen grossen Durchmesser von 3 mm und einen kleinen von 2,7 mm; es ist also noch um ein Geringes grösser als die Eier der Ganoiden, soweit dieselben bekannt geworden sind.

Bekanntlich hat HAECKEL (7) zuerst scharf darauf hingewiesen, welchen gewaltigen Einfluss auf den Ablauf besonders der Entwickelungsvorgänge die Menge des Nahrungsdotters übt. »Je auffallender nun diese Unterschiede in den ersten Stadien der Keimesentwickelung sich darstellen, desto wichtiger ist es, den cänogenetischen Character aller dieser secundären Veränderungen im Auge zu behalten und sich das ursprüngliche Bild der dadurch verdeckten palingenetischen Processe nicht trüben zu lassen.«

Ausgehend von diesen Gesichtspunkten, hat später RABL die Verhältnisse des Nahrungsdotters bei den Wirbelthieren näher ins Auge gefasst und die verschiedenen Abweichungen, die bei der Furchung und Gastrulation der verschiedenen Wirbelthierklassen uns so auffällig entgegentreten, aus dem wiederholten Auftreten und Verschwinden des Nahrungsdotters bei der Entwickelung der verschiedenen Stämme aus einander zu erklären versucht (23; 24, p. 154 ff.). Wenn RABL, wie auch schon früher HAECKEL und GEGENBAUR, ausführt, dass die placentalen Säugethiere von Formen mit grossen dotterreichen Eiern stammen, ihre Eier also secundär holoblastisch sind, so ist dieser Schluss durchaus gerechtfertigt. Denn sowohl die Reptilien wie die Monotremen haben dotterreiche, meroblastische Eier, und an den nahen Beziehungen der Vorfahren der Placentalier zu diesen beiden Gruppen ist nicht zu zweifeln. Die Marsupialier haben Eier, die zwischen holoblastischen und meroblastischen die Mitte halten. Die eigenthümlichen, offenbar caenogenetischen Modificationen der ersten Entwickelung des Säugethierkeimes, erklären sich ungezwungen durch die Annahme, dass hier durch Auftreten und Wiederverschwinden des Nahrungsdotters in der phylogenetischen Entwickelung starke Einflüsse auf die Keimentwickelung gewirkt haben, die ihren einfachen, so zu sagen normalen Gang bedeutend abgeändert haben.

Ist nun gegen diese Ausführungen nichts einzuwenden und sind dieselben vielmehr durchaus begründet und für unser Verständniss äusserst fruchtbringend, so ist eine ähnliche Argumentation RABL's, soweit sie die Eier der Amphibien betrifft, weit anfechtbarer und meiner Ansicht nach nicht richtig.

RABL geht von Amphioxus aus, dessen sehr dotterarme Eier eine nahezu äquale Furchung durchmachen. Bei Petromyzon hat die Menge des Nahrungsdotters zugenommen, »doch noch nicht so bedeutend, dass dadurch die Furchung zu einer partiellen würde. Auf dem ferneren Wege von den Cyclostomen zu den Selachiern steigt die Menge des Nahrungsdotters noch mehr an, so dass die Furchung nunmehr zu einer partiellen wird. Von den Selachiern zu den Ganoiden schrumpft wieder die Menge der Nahrungsdotter zusammen, und die Furchung wird wieder zu einer totalen, freilich mit sehr ungleich grossen Furchungskugeln. Nun trennen sich aber die ferneren Wege der Wirbelthiere, indem sich von den Ganoiden nach der einen Seite die Knochenfische, nach der anderen die Dipnoer und weiters die Amphibien abzweigen. In der Richtung zu den Knochenfischen nimmt nun abermals die Menge des Nahrungsdotters zu, und die Furchung wird wieder zu einer partiellen; nach der anderen Seite dagegen, in der Richtung gegen die Amphibien, schrumpft der Nahrungsdotter, der schon von den Selachiern zu den Ganoiden kleiner geworden war, noch weiter zusammen, und die Differenz in der Grösse der Furchungskugeln wird, wenn sie auch immer noch erheblich genug ist, noch geringer. So finden wir also bei den Amphibien Eier mit relativ kleinem Nahrungsdotter und totaler, aber inäqualer Furchung.«

Gegen diese Ausführungen RABL's lässt sich nun zunächst Folgendes einwenden. Gesetzt, RABL hat Recht, und auf dem Wege von den Cyclostomen über die Selachier zu den Amphibien hat in der That eine

sehr bedeutende Zunahme des Nahrungsdotters stattgefunden, so dass die Furchung zu einer partiellen, die Gastrula zu einer »Discogastrula« wurde, dann aber wiederum eine Abnahme des Dotters, so dass die Furchung wieder secundär zum Typus der totalen Furchung zurückkehrte. Dann erscheint es höchst wunderbar, dass diese gewaltigen Veränderungen spurlos vorübergegangen sind, ohne den Entwickelungsmodus des »secundär« holoblastischen Amphibieneies in irgend einem wesentlichen Punkte zu beeinflussen. Die Vorgänge am Amphibienei entsprechen in allen wesentlichen Punkten denen am Ei von Petromyzon, und kein Mensch würde bei blosser Vergleichung der beiden Entwickelungsreihen auf den Gedanken kommen, dass beide Vorgänge durchaus nicht etwa direct auf einander zu beziehen sind, sondern die Entwickelung erst nach einem sehr langen und complicirten Umwege wieder auf denselben Fleck zurückgekehrt ist. Ganz etwas anderes ist es bei den Eiern der placentalen Säuger, deren Entwickelung man die Spuren bedeutender und tiefgreifender Schwankungen in der phylogenetischen Reihe sehr wohl ansieht.

Auch haben meine obigen Angaben über die Grösse der verschiedenen Eier gezeigt, dass die Menge des Nahrungsdotters in der Reihe Ganoiden — Dipnoer — Amphibien keineswegs allmählig abnimmt, vielmehr die von RABL in die Mitte der Reihe gestellten Dipnoer die grössten, dotterreichsten Eier besitzen.

Hier kommen wir an den Kernpunkt der Frage: Ist man denn genöthigt oder auch nur berechtigt, die Dipnoer in einigermaassen directe Beziehungen zu den Ganoiden zu setzen, oder sie gar unmittelbar von ihnen abzuleiten?

Betrachtungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Dipnoer zu den übrigen Classen der Ichthyopsiden gehören nicht an diese Stelle, sondern an das Ende der Untersuchungen, von denen die hier vorliegende die erste ist; sie sollen sich als Frucht und Resultat derselben ergeben. Doch darf wohl schon hier betont werden, dass bereits aus der berühmten Abhandlung HUXLEY's »On Ceratodus Forsteri« die Unmöglichkeit, die Dipnoer in einigermaassen directer Linie von den Ganoiden abzuleiten, klar hervorgeht (18, p. 57). Dort wurde auch schon auf gewisse deutliche Beziehungen der Dipnoer zu niederen Haien (Notidaniden) und den Chimaeroiden hingewiesen und diese Beziehungen in einem übersichtlichen Schema zum Ausdruck gebracht Neuere Untersuchungen über das Centralnervensystem der Dipnoer haben zu ganz ähnlichen Ergebnissen geführt; dasselbe gilt für Untersuchungen über das Axenskelet. So viel darf man auf Grund unserer jetzigen Kenntnisse jedenfalls behaupten, dass eine phylogenetische Reihe: Selachier — Ganoiden — Dipnoer nicht existirt hat. Es ist also auch kein Grund, die Vorgänge bei der ontogenetischen Entwickelung innerhalb der drei Gruppen unter diesem Gesichtswinkel zu vergleichen, um so weniger als wir dadurch veranlasst werden, eine an sich unwahrscheinliche Complication anzunehmen, die uns veranlassen müsste, das, was sich ungezwungen aus dem Vergleich mit Amphioxus und den Cyclostomen erklären lässt, nicht als wirklich einfach, sondern auf einem Umwege vereinfacht anzusehen. Auch ist daran zu erinnern, dass die Entwickelung der niedersten Haie (Notidaniden) und der Chimaeroiden, auf die es in erster Linie ankommen würde, noch gänzlich unbekannt ist.

Gastrulation (Tafel II).

Nach Ablauf der Furchung stellt sich der Keim als eine linsenförmige Blastula dar; die obere Wölbung der Linse (11 *o*) besteht aus erheblich kleineren Zellen als die untere (11 *u*). Nunmehr beginnt die Gastrulation, und zwar zeigt sich der Gastrulamund als ein kleiner, nahezu geradliniger Querspalt an der Unterfläche der Linse (12 *u*). Der Spalt tritt aber nicht genau in der Mitte der Unterfläche auf, sondern gewöhnlich in einem mittleren Bezirk zwischen Centrum und Aequator (vgl. *um* bei 12 *s*, 13 *s*, 14 *s*, 15 *s*).

Aus dem queren Spalt wird durch Ueberwachsung der vegetativen durch die animalen Zellen bald ein Halbkreis, zuweilen auch eine mehr hufeisenförmige Bildung, deren Concavität nach unten, also gegen den vegetativen Pol, deren Convexität nach oben, also gegen den Aequator beziehentlich den animalen Pol gerichtet ist (13 und 14). Indem die Schenkel des Halbkreises oder Hufeisens nach abwärts wachsen und sich vereinigen, kommt ein geschlossener, zuweilen kreisförmiger, meist aber unregelmässig elliptischer, weiter Urmund oder Blastoporus zu Stande, der in seinem Umkreis einen Complex von Zellen umfasst. Es ist der Dotterpfropf, dessen Zellen sich vor allen benachbarten Zellen durch bedeutende Grösse auszeichnen, auch vor denen, die den Urmund nach unten zu begrenzen (*d* bei 13 *u*, 14 *u*, 15 *u*). Am Urmunde selbst können wir jetzt eine dorsale (*umdl*) und eine ventrale (*umvl*) Lippe unterscheiden (Fig. 15 *u*).

Bald verengert sich aber der weite elliptische Urmund zu einem kleinen Längsspalt, welcher die Zellen des Dotterpfropfes nicht mehr äusserlich hervortreten lässt (16). Die Zellen der ganzen Gastrulaoberfläche haben sich von Stadium 12 bis Stadium 16 durch fortgesetzte Theilung stark verkleinert; sie sind in den nun folgenden Stadien nicht mehr mit dargestellt.

In Stadium 16 hatte sich der Urmund zu einem kleinen Längsspalt verengert, der auf der ventralen Hälfte der Gastrula ein wenig unter dem Aequator liegt (15 *s*). Jener Längsspalt bleibt aber nicht stationär, sondern er zeigt in den folgenden Stadien ein eigenthümliches Längenwachsthum gegen die Dorsalseite hin. In 17 *h* ist er schon länger geworden, hat aber den Aequator noch nicht überschritten (17 *o*). In Stadium 18 hat er den Aequator um etwas überschritten und reicht auf die dorsale Fläche der Gastrula ein kleines Stück herüber.

Dieser vorderste Abschnitt ist indessen kein offener Spalt mehr, die Wände des Spaltes haben sich vielmehr zu einer linearen Naht, der Urmundnaht (*umn* Fig. 18), vereinigt. Im nächsten Stadium ist der zur Naht geschlossene Urmundspalt über die ganze Dorsalfläche der Gastrula herübergewachsen (19 *h*, 19 *o*). Auf diesem Stadium beginnen sich die Medullarwülste zu erheben; man sieht, dass die Urmundnaht genau bis zum queren Verbindungswulst der beiden Medullarwülste (queren Gehirnwulst) reicht (Fig. 19 *o*, 20 *o*).

Die Nahtlinie durchläuft nun die von ihr durchmessene Oberfläche nicht genau im Niveau, sondern sie liegt im Grunde einer flachen Rinne, die der von O. Hertwig und Anderen bei Amphibien beschriebenen »Rückenrinne« entspricht.

Dass die Naht durch Verwachsen der Ränder des Urmundes gebildet wird, geht unmittelbar aus der Vergleichung der Stadien 17 *h*, 18 *h*, 19 *h* hervor. Besonders characteristisch ist Stadium 19 *h*. Dabei handelt es sich um eine ganz typische, gezackte Nahtlinie, die stark an die Nähte des Schädels erinnert und durch nichts anderes entstanden sein kann als durch das Zusammenlegen zweier Spaltränder mit vorspringenden, ineinander greifenden Ecken (vgl. besonders Stadium 19 und 20).

Es ist klar, dass die Urmundränder nicht allein im vorderen Urmundbezirk verwachsen sind, sondern dass die Längenausdehnung des gesammten Urmundes, das heisst des offenen Theils, plus dem durch die Naht verschlossenen ausserordentlich an Länge zugenommen hat. Um sich davon eine deutliche Vorstellung zu machen, vergleiche man Stadium 16 mit Stadium 19, 20 und 21. Im ersteren nimmt der Urmund eine kleine Strecke auf der Ventralseite etwas unterhalb des Aequators ein. In den älteren Stadien ist er etwas höher hinauf gerückt und seine offene Strecke liegt etwa im Aequator (20 *s*); von dieser aus erstreckt sich aber ein nahtförmig geschlossener Abschnitt über die ganze Dorsalseite der Larve hinüber bis zum queren Verbindungswulst der Medullarwülste.

Die Naht sahen wir entstanden durch Aneinanderlegen der Ränder einer Spalte. Eine offene Spalte findet sich aber fortdauernd während aller Stadien (16—21) unter oder auf dem Aequator. Wie kann diese Spalte eine Naht liefern, die schliesslich die ganze Dorsalseite durchquert? Offenbar dadurch, dass immer, wenn sich vordere Abschnitte der Spalte schlossen und dorsalwärts verschoben wurden, von hinten her ein Nachschub

stattfand, der neue Theile an die Stelle der alten Spaltränder setzte. Dabei bleibt aber an dieser Stelle fortdauernd die Configuration eines offenen Spalts erhalten.

Das Resultat der Entwickelungsvorgänge von Stadium 16 bis Stadium 19 und 20 ist die Erscheinung eines Urmundes, der, vom Aequator ausgehend, fast die ganze Dorsalfläche des Keimes durchsetzt (*19o, 20o*). Dieser Urmund ist nur noch in seinen untersten, im Aequator gelegenen Theilen offen. Dorsalwärts ist er zu einer Naht verlöthet und zwar so, dass die vordersten Theile, die bis dahin reichen, wo sich nunmehr die quere Verbindung der Medullarwülste (querer Gehirnwulst) zu erheben beginnt, zuerst entstanden sind und zuerst verlöthet wurden. Die dahinter liegenden Theile entstanden successive später und wurden auch später verlöthet. Man kann also von einem von vorn nach hinten fortschreitenden Verschluss des Urmundes reden.

Schon seit längerer Zeit wird von HIS (12—15) die Auffassung vertreten, dass der Körper der Wirbelthiere sich durch Längsverwachsung zweier seitlicher Hälften bilde. Diese »Concrescenztheorie« von HIS fand zunächst fast allseitigen Widerspruch und wurde lange Zeit hindurch ausser von ihrem Urheber nur noch von RAUBER verfochten.

Eine ausserordentliche Unterstützung fanden später aber die HIS-RAUBER'schen Anschauungen durch die bedeutungsvollen experimentellen Arbeiten von ROUX (31, 32).

Derselbe kam auf Grund seiner Beobachtungen und Experimente zu dem Resultat, dass »das Material zur Bildung der Medullarplatte jederseits durch seitliches Herabwachsen vom Aequatorrande aus auf die Unterseite des Eies geschoben wird, und dass diese von beiden Seiten her einander entgegenwachsenden Platten unten in der Medianebene mit einander verschmelzen. Diese Verschmelzung findet successive und zwar in cephalo-caudaler Richtung statt. Auf diese Weise erklärt sich zugleich die in der gleichen Richtung erfolgende Wanderung des Urmundes um etwa 170° über die Unterfläche des Eies. Die Gastrulation des Froscheies vollzieht sich also wesentlich durch Ueberwachsung der weissen unteren Hälfte des Eies von den beiden Seitenhälften des Aequators aus, also durch bilaterale Epibolie.«

Eine Reihe von Einwürfen, der die HIS'sche Concrescenzlehre begegnete, ergab sich zum Theil aus dem Umstande, dass HIS von der Ausdehnung und dem Schluss des Urmundes keine richtige Vorstellung hatte und, indem er ausdrücklich die Concrescenztheorie von der Urmundfrage ablöste, die Längsverwachsung der Axialgebilde von einer »embryobildenden Falte«, nicht aber von den sich schliessenden Urmundrändern ausgehen liess. Diesen Fehler vermied RAUBER (25—29), der den ganzen Process richtig als Urmundschluss deutete. An ihn schloss sich später CH. SEDGWICK MINOT (22) an.

In seinen Untersuchungen über Amphioxus kam HATSCHEK (8) zu dem Ergebniss, dass bei diesem niedersten Wirbelthiere die Verwachsung des Urmundes in einer Linie erfolge, welche den grösseren Theil der späteren Rückenlinie bildet, und dass der Urmund ganz der späteren Rückenseite angehört. Auf Grund dieser Befunde vertrat FÜRBRINGER (6, II. Theil, p. 103) die Anschauung, dass die Rückenseite des Embryos eine vom vorderen Rande des Urmundes ausgehende und unter Theilnahme der seitlichen Ränder sich nach hinten ausdehnende neugebildete Strecke darstelle.

Ausgehend von seinen eigenen höchst lehrreichen Beobachtungen von Missbildungen bei Amphibien, hat dann O. HERTWIG (10, p. 424) noch einmal die ganze Frage kritisch durchgearbeitet und ist zu Resultaten gekommen, die er in der vierten Auflage seines Lehrbuches (11, p. 139) in folgende Sätze zusammenfasst und damit der »Urmundtheorie« einen klaren und scharfen Ausdruck verleiht:

»Was man daher auf den einzelnen Stadien als Urmund bezeichnet, ist nicht ein und dasselbe unverändert gebliebene Organ, es sind nur verschiedene Strecken eines sich durch Wachsthum am hinteren Ende in

demselben Maasse ergänzenden und erneuernden Organes, als es nach vorn durch Verwachsung und Organdifferenzirung aufgebraucht wird.

Die einzelnen Entwickelungsstadien zeigen uns immer nur einen kleinen, dem jeweiligen Stadium entsprechenden Abschnitt des Urmundes geöffnet. Wollen wir uns eine Vorstellung von seiner Gesammtausdehnung verschaffen, so müssen wir uns alle Stellen, wo vom Beginn der ersten Einstülpung an eine Verschmelzung der Urmundränder stattgefunden hat, geöffnet denken. Ist dies geschehen, dann dehnt sich der Urmund vom vorderen Ende der Anlage bis zum After, also durch die ganze spätere Rückengegend des Embryo, in ganzer Länge aus.«

Kehren wir nun zu den uns beschäftigenden Stadien der Ceratodusentwickelung zurück, so sehen wir in der That einen theils offenen, theils zu einer Naht verlötheten Urmund, der sich vom queren Gehirnwulst bis zum After, also durch die ganze Rückengegend des Embryo ausdehnt (Stadium 19—21). Wir sehen diesen Urmund hier leibhaftig und brauchen uns das Bild nicht im Geiste zu construiren, indem wir die bei der Urmundbildung in den verschiedenen Stadien durchlaufenen Wachsthumsprocesse auf einander projiciren.

Eine Urdarmnaht, wie die oben bei Ceratodus geschilderte[1]), habe ich in der Litteratur nicht beschrieben gefunden. Zwar die Rinne, in deren Grunde die Naht liegt, ist häufig abgebildet und beschrieben worden, und O. HERTWIG, der jener Rinne zuerst eine ganz andere Deutung gab, kommt neuerdings (10, p. 429) auf Grund theoretischer Erwägungen zu dem Ergebniss: »In der Rückenrinne erblicke ich jetzt die Nahtlinie, in welcher bald nach dem Beginne der Gastrulation die Urmundränder sich in einer von vorn nach hinten langsam fortschreitenden Richtung in der Medianebene zusammengelegt haben und verschmolzen sind.« Bei seinen früheren Untersuchungen (9, p. 12) hatte HERTWIG den Zusammenhang der Rückenrinne mit dem Urmunde geleugnet und beide Bildungen in ihrer Genese für vollkommen unabhängig von einander erklärt. Die Rinne soll nach HERTWIG's damaligen Angaben stets durch einen queren Wulst vom Urmunde getrennt sein. Diese Beobachtung trifft für manche Fälle auch bei Ceratodus zu; die Urdarmnaht läuft eben zuweilen bei ihrem Austritt aus dem offenen Urmund eine Strecke genau im Niveau der Oberfläche und liegt oft (nicht immer) erst weiter dorsalwärts im Grunde einer flachen Rinne, HERTWIG'S Rückenrinne. Die characteristische eigentliche Naht finde ich aber auch in HERTWIG'S neuesten Untersuchungen nicht beschrieben.

Uebrigens gab VAN BAMBEKE (2) schon im Jahre 1880 jener Rückenrinne (sillon médian ou dorsal) eine ähnliche Deutung wie die, zu der HERTWIG neuerdings gelangt ist, und hat der belgische Forscher schliesslich gegen den von verschiedenen Seiten erhobenen Widerspruch Recht behalten. Aus seiner damaligen Beschreibung und aus den Worten eines neueren Aufsatzes (3) geht hervor, dass mit seinem »sillon médian« die Furche gemeint ist, in deren Grunde bei Ceratodus die Nahtlinie liegt, nicht aber die äussere Nahtlinie selbst. Er sagt nämlich: »le sillon se présente sous forme de V, dont le sommet plus ou moins arrondi correspond au fond de la dépression.« »Le sillon médian ou raphé gastrulaire se confond, par conséquent, en arrière avec la partie encore persistante du prostoma linéaire (sillon primitif).«

Dass nun aber auch die thatsächlichen Verhältnisse bei den Amphibien genau ebenso liegen, wie bei Ceratodus, und auch bei ihnen eine wirkliche Nahtlinie äusserlich sichtbar ist, wird durch die vortrefflichen Zeichnungen einer Arbeit v. ERLANGER'S bewiesen (4, Tafel XV, Fig. 4—7). ERLANGER spricht zwar immer von einem Primitivstreif, den er aus der dorsalen Rinne des fast ganz verschlossenen Urmundes »hervorwachsen« lässt, und sagt: »Der hinterste[2]) Theil des Primitivstreifs wird wohl im Bereich des dorsal verwachsenen

1) Ich brauche wohl nicht besonders darauf aufmerksam zu machen, dass meine Beobachtungen bei Ceratodus für die Richtigkeit der ROUX'schen Anschauung von der Verschiebung des (offenen) Urmundes um 170° gegen die Hauptmasse des Eies sprechen.

2) Im Original nicht gesperrt gedruckt.

Theiles des Urmundes liegen, jedoch lässt sich das nicht genau angeben, da die dorsale Rinne, welche aus der Verwachsung des Urmundes entstand, sich allmählich abflachend unmerklich in den Primitivstreif übergeht.«

Aus seinen Zeichnungen geht aber deutlich hervor, dass er die eigentliche Naht gesehen hat, während er die wohl sicherlich auch vorhandene Furche nicht mit darstellt. Sehr mit Unrecht also kritisiren ROBINSON und ASSHETON (30, p. 459) gerade diesen Theil von ERLANGER'S Beobachtungen. Aus den ERLANGER'schen Zeichnungen der Eioberflächen, zusammengehalten mit durch Schnitte gewonnenen Feststellungen VAN BAMBEKE'S, wird zur Evidenz bewiesen, dass auch bei Amphibien ein vom After bis zum queren Gehirnwulst reichender, nahtförmig verschlossener Urmund vorhanden ist, und auch, wie man aus dem Vergleich der ERLANGER'schen Figuren 4—6 ersehen kann, dass die Ausdehnung des Urmundes im Laufe der Entwickelung allmählig in derselben Weise zunimmt, wie wir sie oben bei Ceratodus kennen gelernt haben und wie sie den Anforderungen der »Urmundtheorie« entspricht. Allerdings zeichnet ERLANGER keine gezackte Nahtlinie, wie ich sie bei Ceratodus beobachtet habe. Ich möchte aber fast annehmen, dass eine nochmalige Untersuchung eine ähnliche Structur der Urmundnaht auch bei Amphibien ergeben wird. Beiläufig sei bemerkt, dass die Bildung nicht leicht wahrnehmbar ist und auch von mir anfangs übersehen wurde. Seitliche Beleuchtung mittelst einer Sammellinse lässt sie deutlicher hervortreten.

Im Stadium 19 beginnen sich die Medullarwülste zu erheben und bald umgreifen sie in der auch für Amphibien characteristischen Biscuitform den verlötheten wie den offenen Urmund. Am deutlichsten ist anfangs die Erhebung an den vorderen seitlichen Theilen, während die Erhebung der vorderen queren Verbindung derselben (queren Gehirnwulst) unbedeutend später erfolgt. Bald schreitet die Erhebung dann nach hinten hin fort (Stadium 20, 21); am spätesten wird der offene Abschnitt des Urmundes umwallt (Tafel III, 23 *h*).

Erhebung des Embryo über den Dotter (Tafel III).

Tafel III stellt die Erhebung des Embryo über den Dotter dar. In dieser Periode vollzieht sich das Zusammenwachsen der Medullarwülste zum Medullarrohr, die Bildung der drei primären Hirnblasen und der Augenausstülpung und gleichzeitig das Auftreten der Segmentirung. Diese Vorgänge verlaufen für die äussere Betrachtung in einer so sehr mit den Amphibien übereinstimmenden Weise, dass wir uns über dieselben kurz fassen können.

Die in Stadium 22 und 23 noch weit von einander entfernten Medullarwülste rücken rasch gegen die Mitte zusammen und haben sich in Stadium 24 schon fast bis zur Berührung an einander gelegt. Nur im hintersten Abschnitt im Bereich des offenen Urmundes kommt es niemals zu einer nahen Aneinanderlagerung (24 *h*), vielmehr bleiben dort die beiden Wülste dauernd von einander getrennt (25 *h*, 26 *h*, 27 *h*) und fliessen erst hinter dem Urmund zusammen (25 *h*—27 *h*). In der Tiefe des rautenförmigen Schlitzes, den sie zwischen sich offen lassen, können wir auf allen Stadien eine Oeffnung erblicken, die augenscheinlich der Urmundöffnung entspricht. Bei blosser Betrachtung der Oberflächenverhältnisse hat es den Anschein, als ob aus dieser Urmundöffnung direct der After hervorginge (*a* in 28 *u*). Es ist aber sehr möglich, dass der Vorgang ein etwas complicirterer ist, und verschiebe ich die gründliche Erledigung der Frage nach der Bildung des Afters, des Canalis neurentericus und der Schwanzknospe auf die nächste Abhandlung, die unter Zuhilfenahme der Schnittmethode dem genaueren Studium der ersten Entwickelungsstadien gewidmet sein soll.

Eine bemerkenswerthe Thatsache ist beim Schluss des Medullarrohrs noch zu erwähnen. Solange die sich zusammenlegenden Medullarwülste noch einen Einblick in das Innere des sich bildenden Rohres gestatten,

sieht man am Boden desselben die Urmundnaht bestehen bleiben (besonders deutlich bei *22 o* und *23 o*), und selbst bei schon geschlossenem Rohre kann man zuweilen in dem am Hinterende offenbleibenden Schlitz die vom offenen Urmunde aus nach vorn ziehende Naht erkennen (*27 h*). Die Urmundnaht durchläuft also den ganzen Boden des Medullarrohrs der Länge nach, und das Medullarrohr besitzt zwei wirkliche Längsnähte: eine ventrale, nämlich die Urmundnaht, und eine dorsale, welche durch das Zusammenlegen und Verwachsen der Medullarwülste entsteht.

Die Verlöthung der aneinander gelegten Medullarwülste in der Mittellinie (dorsale Längsnaht) erfolgt rasch von vorn nach hinten (24—27); dabei sind die vorderen Abschnitte den hinteren meist nur unbedeutend in der Entwickelung voraus. Noch während dieser Process sich vollzieht, beginnen sich die vorderen Abschnitte der Medullarrohrwandung blasenartig aufzublähen (*26 o*, *27 o*), und bald kann man die drei primären Hirnblasen sowie die paarigen Augenblasen deutlich unterscheiden (*vh*, *mh*, *hh* und *oc* bei Stadium *28 o*).

Auch die Segmentirung des Embryo ist mittlerweile deutlich geworden. Das früheste Stadium, auf welchem ich eine solche wahrnehmen kann, ist Stadium 24. Dasselbe besitzt aber schon eine grössere Zahl von Segmenten. Ueber die Segmentirung der jüngeren Stadien haben Schnitte Auskunft zu geben, da das Object für eine Entscheidung dieser Frage durch Oberflächenbetrachtung nicht günstig ist. Auf Stadium 28 hat der Embryo sich schon sehr deutlich vom Dotter abgehoben; er besitzt eine grössere Anzahl (über 22) Segmente; am Kopfe treten die Augenblasen deutlich hervor.

Ausbildung des Embryo (Tafel IV und V).

Die jetzt zu schildernde Entwickelungsperiode umfasst die Stadien, auf welchen sich das Vorderende des Embryo vom Dotter abzuheben beginnt (29, 30), bis zur vollen Ausbildung des Embryo (40). Auf letzterem Stadium liegt der Embryo meist noch in der Eihülle und zwar in gekrümmter Körperhaltung und führt ab und zu spontane Bewegungen aus; auch reagirt er prompt auf äussere Reize. Um diese Zeit ist die Hülle gelockert, und man kann den Embryo dann aus derselben befreien, ohne ihn in seiner Weiterentwickelung zu schädigen.

Im Anfange dieser Entwickelungsperiode sind die Embryonen ebenso wie die Eier und alle bisher geschilderten Stadien im lebenden wie im abgetödteten Zustande völlig undurchsichtig; künstliche Aufhellung gelingt in diesen Stadien nicht. Dagegen kann man die Embryonen 34—37 künstlich aufhellen; die Figuren, die nach künstlich aufgehellten Objecten dargestellt sind, findet man durch Zusatz des Buchstaben *x* zur Nummer des Stadiums gekennzeichnet. Von Stadium 38 an werden die Embryonen durchscheinend, wenn man sie in lebendem Zustande bei durchfallendem Lichte betrachtet. Beim Absterben werden die Thiere wieder undurchsichtig. Diese Durchsichtigkeit erhält sich bis zum Stadium 43; dann verschwindet sie in Folge der starken Pigmentirung der Haut.

Von Stadium 29 bis Stadium 40 macht der Embryo bedeutende Gestaltveränderungen durch, die in hervorragendem Maasse auf seine fortschreitende Abhebung vom Dotter begründet sind. Als das Characteristische dieser Gestaltveränderung ist der Umstand zu bezeichnen, dass sich hauptsächlich das vordere Drittel vom Dotter abhebt, während die hinteren zwei Drittel auf dem Dotter liegen bleiben und die nahezu kugelige Masse reifenförmig umfassen (Stadium 30—34). In den jüngeren Stadien 30—32 folgt die Embryonalaxe dabei nicht genau dem Meridian der Dotterkugel, sondern zeigt eine leichte Abweichung nach rechts; die Axe liegt dann nicht in einer Ebene, sondern zeigt die Andeutung einer spiraligen Drehung (Stadium 32). In etwas älteren Stadien aber ist diese Drehung verschwunden, und die Embryonalaxe liegt genau über einem Meridian der Dotterkugel

(34). In älteren Stadien (36 und 37) ist die Dottermasse nicht mehr ganz oder nahezu kugelig, sondern mehr ellipsoidisch; der Embryo zeigt auch dann noch eine deutliche Krümmung seiner Axe gegen die Dottermasse zu. In den Stadien 38 bis 40 vollzieht sich die Streckung der Embryonalaxe, und der Dotter springt dann wanstförmig an der Ventralseite des gerade gerichteten Embryo hervor (40). Während aller dieser Umgestaltungen hat sich aber das Hinterende nur sehr unbedeutend vom Dotter abgehoben, wie man aus Fig. 39 *u*, 40 *s* ersehen kann.

Ein ähnliches Verhalten des Embryo zum Dotter, wie das eben geschilderte, finden wir unter den Wirbelthieren noch bei Petromyzonten und Amphibien. Auch bei ihnen hebt sich wesentlich nur das Vorderende des Embryo vom Dotter ab, das Hinterende bleibt auf ihm liegen. Bei Petromyzon (36 und 21) ist dabei in späteren Stadien der Schwerpunkt der Dottermasse noch weiter nach hinten gerückt als bei Ceratodus, und der Dotter bleibt bis zu seiner Resorption im hintersten Körperabschnitt liegen, so dass ein Abheben des Hinterendes überhaupt unterbleibt, was wohl mit auf die sehr unbedeutende Schwanzentwickelung von Petromyzon zurückzuführen ist. Bei Amphibien, besonders bei Urodelen (Triton, Siredon), liegen die Verhältnisse in allen wesentlichen Punkten ähnlich wie bei Ceratodus (vgl. besonders VAN BAMBEKE No. 2, Pl. XI und XII). Selbst bei dem stark vergrösserten, sehr dotterreichen Ei von Salamandra erfolgt die Abhebung der vorderen Körperhälfte vom Dotter viel früher als die der hinteren; schliesslich hebt sich allerdings auch die letztere ab, und der Dotter bildet einen sackartigen Anhang der Körpermitte.

Ziehen wir nun aber die Ganoiden zum Vergleich herbei, welche ebenfalls dotterarme Eier mit nahezu totaler Furchung besitzen, so finden wir hier wesentlich andere Verhältnisse des Embryo zum Dotter. Bei Lepidosteus (1), sowohl wie bei Acipenser (33) hebt sich das Vorderende nur in seinen vordersten Abschnitten, dagegen die ganze hintere Hälfte des Embryo vom Dotter ab. Letzterer bildet in älteren Stadien einen sackartigen Anhang der vorderen Körperregion. Hierdurch erhält der Ganoidenembryo und die Ganoidenlarve eine Gestalt, die der des auf gleicher Entwickelungsstufe stehenden Ceratodusembryo in hohem Grade unähnlich ist.

Schon im Beginn der uns beschäftigenden Entwickelungsperiode bemerkt man das Auftreten von seichten, wenig deutlichen Furchen und Wülsten; es ist die erste Andeutung der Visceralspalten und Visceralbögen (30—34 *vscr. r*). In den Stadien 30—32 sehe ich zwei derartige Furchen; in späteren Stadien steigt die Zahl auf drei, vier, fünf und mehr. Dann (36—40) treten Wülste wie Furchen deutlicher hervor, besonders in den vorderen Abschnitten; nach hinten zu werden diese Bildungen aber so undeutlich, dass es fast auf keinem der Stadien bis einschliesslich Stadium 40 möglich ist, eine ganz bestimmte Angabe über die jedesmal letzten zu machen und ihre Zahl genau zu bestimmen. Selbst auf Stadium 40 ist noch keine Spalte wirklich durchgebrochen; der Durchbruch der schon angelegten und die Anlage der hintersten Furchen erfolgt vielmehr erst, nachdem die Region vom Kiemendeckel überwachsen ist. Letzterer zeigt sich zuerst auf Stadium 40 als eine nach hinten wachsende Falte (*oprc*). Der Bogen, der dieser Falte zur Basis dient, ist der Hyoidbogen. Vor der Opercularerhebung erblicken wir die Andeutung zweier weiterer Bögen; hinter ihr treten die drei nächsten Bögen deutlich hervor; die noch weiter hinten gelegenen sind erst in Ausbildung begriffen.

Es wird natürlich Sache der Untersuchung mittelst der Schnittmethode sein, ganz genaue Angaben über die Anlage der Visceralbogen und -spalten auf den uns hier beschäftigenden Stadien zu machen. Durch blosse Oberflächenuntersuchung ist dies nicht möglich.

Die erste äussere Andeutung der Vorniere tritt uns auf Stadium 30 in Gestalt eines kleinen Höckers (*prn*) entgegen. Dieser Höcker entspricht seiner Längenausdehnung nach etwa drei Körpersegmenten. In etwas späteren Stadien, die künstlich aufgehellt sind (35 *x*, 36 *x*, 37 *x*), sowie in den noch späteren, die in lebendem

Zustande bei durchfallendem Lichte durchscheinend sind, kann man die Kanäle der Vorniere erkennen; in den jüngeren Stadien tritt dabei eine gewisse Segmentation zu Tage. Es scheinen drei Vornierensegmente zur wirklichen Entfaltung zu kommen (37 *x*); in jüngeren Stadien erblickt man aber Spuren eines vierten vordersten Segments, das wohl bald in der Entwickelung zurückbleibt. In älteren Stadien ist äusserlich von einer Segmentation nichts mehr wahrzunehmen; die ganze Vorniere bildet einen Knäuel von Kanälchen (38—40). Die optischen Verhältnisse gestatten es nicht, den Vornierengang weiter nach hinten zu verfolgen.

Das Herz bemerkt man beim lebenden Thiere zuerst auf Stadium 38 als einen langgestreckten Schlauch, der schon Andeutungen einer Scheidung in Kammer und Vorkammer erkennen lässt. Das Säckchen ist durch röthliche Farbe ausgezeichnet, die durch den rothen Blutinhalt bedingt ist, und führt lebhafte rythmische Contractionen aus. Bei künstlich aufgehellten Embryonen ist das Herz schon auf früheren Stadien sichtbar (34—37 *cor*). Auf Stadium 40 hat sich die Scheidung in Kammer und Vorkammer fertig vollzogen, und deutlich tritt jetzt hier auch der Anfang der primitiven Aorta (*ao*) (Truncus arteriosus) hervor.

Bedeutende Veränderungen macht das Nervensystem in der uns beschäftigenden Entwickelungsperiode durch. Auf Stadium 28 liessen sich die drei primären Hirnblasen unterscheiden.

Auf Stadium 34 hat sich die Sonderung des primären Vorderhirns in Grosshirn (*gh*) und Zwischenhirn (*zh*) vollzogen. Von der gegen das Mittelhirn zu abfallenden, also später hinteren Wand des Zwischenhirns sieht man in der Medianebene einen Strang zur Körperoberfläche ziehen: es ist die Epiphyse (*ep*). Die genauere Feststellung der Beziehungen dieses Gebildes zur Körperdecke sei der späteren specielleren Untersuchung vorbehalten. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass sich die vorspringende Epiphyse bei der Oberflächenbetrachtung nicht bei allen Embryonen mit gleicher Deutlichkeit nachweisen lässt. Ich habe sie immer nur da dargestellt, wo das der Zeichnung zu Grunde liegende Object sie deutlich zeigte (besonders 34 *x*, 36 *x*, 41 *s*, 43 *s*).

Die Sonderung des primären Hinterhirns in Kleinhirn und Nachhirn vollzieht sich erst später; in Stadium 40 ist die erste Andeutung wahrnehmbar.

Die Ausstülpung der Augenblasen erfolgte auf Stadium 28. Bald darauf beginnt die Bildung der Linse (Stadium 30). Das Einwachsen der Glaskörperanlage in das Auge vollzieht sich von Stadium 34—37. Auf diesen Stadien bemerkt man den primären Augenspalt. Auf Stadium 38 ist derselbe wieder geschlossen.

Etwa gleichzeitig mit der Entstehung der Linse erfolgt die Einstülpung des Hörbläschens (Stadium 30, *au. v.*). Lange Zeit bleibt das Bläschen durch den Ductus endolymphaticus (*d. e.*) mit der Aussenwelt in Communication. Erst auf Stadium 40 erfolgt die Rückbildung des Ductus endolymphaticus, die vom Hörbläschen nach aussen zu fortschreitet. Auf den Stadien 40—42 sind von der Mündung des Ductus endolymphaticus noch Spuren erhalten; die Verbindung derselben mit dem Hörbläschen ist aber verschwunden.

In den Stadien 34 bis 39 kann man bei günstigen Objecten (cf. bes. 34 *x* und 36 *x*) eine Ganglienmasse vor- und abwärts von dem Hörbläschen wahrnehmen; sie gehört dem Acustico-facialis an. In beträchtlichem Abstande vorwärts davon, direct über (dorsal von) dem Auge bemerkt man die noch voluminösere Ganglienmasse des Trigeminus.

Besonderes Interesse beansprucht die Anlage und weitere Ausbildung des Geruchorgans, an die sich wichtige Veränderungen der äusseren Configuration des Kopftheils des Embryo knüpfen, und die bei der Gestaltung der Physiognomie von Bedeutung ist.

Die erste Andeutung der Riechgruben macht sich auf Stadium 29 (*ol*) bemerklich. Der Mund ist auf diesen Stadien noch nicht durchgebrochen; es findet sich aber an der Stelle seines späteren Durchbruchs eine tiefe Einbuchtung, die wir als Mundbucht bezeichnen. Von jeder der Riechgruben zieht nun zunächst eine schmale Furche schräg abwärts gegen die Mundbucht, und in späteren Stadien (30, 31) laufen beide Furchen in der Mittellinie zusammen. So ergiebt sich dann eine nur leicht gebogene Rinne, die die Tiefe der einen

Riechgrube mit der anderen verbindet. Später vertieft sich die Rinne und nimmt eine mehr winkelige Krümmung an (Stadium 32). In noch späteren Stadien verstreichen die mittleren Partien der Furche wieder mehr und es bleiben nur die beiden, von wulstigen Rändern umzogenen Riechgruben übrig, die beide medianwärts gegen die Mundbucht eine seichte Furche entsenden. Auf Stadium 34 und 35 macht sich auf Ansichten von unten die paarige Unterkieferanlage bemerklich und wird auf den Stadien 38, 39 und 40 noch deutlicher.

Entwickelung des jungen Fisches nach dem Ausschlüpfen.

(Tafel VI, VII, VIII.)

Gleich nach dem Ausschlüpfen hat der junge Fisch das auf Figur 41 und 42 wiedergegebene Aussehen. Man kann ihn nicht wohl als eine Larve bezeichnen, da er sich von späteren Stadien, die im Wesentlichen die Züge des ausgebildeten Thieres wiedergeben (Stadium 48), nur durch die weniger weit fortgeschrittene Ausbildung, nicht aber durch irgend welche besondere Merkmale unterscheidet, die man als larvale bezeichnen könnte. Doch ist das Thier auf Stadium 41 noch ganz unentwickelt. Der Mund ist noch nicht nach aussen durchgebrochen, ebensowenig die Kiemenspalten, die Kiemenbogen tragen noch keine Kiemen, von den Extremitäten ist keine Spur zu entdecken. Das Thierchen liegt für gewöhnlich bewegungslos auf dem Grunde auf einer Seite; wenn beunruhigt, schwimmt es planlos eine kurze Strecke davon, um sich gleich wieder herabsinken zu lassen.

Die Stadien 41 und 42 stellen junge Fischchen gleich nach dem Ausschlüpfen dar; am Ende der ersten Woche ist etwa Stadium 44 erreicht, am Ende der zweiten Stadium 45, im Laufe der vierten Stadium 46 und nach sechs Wochen Stadium 47. Auf letzteren Stadien verhalten sich die Thierchen schon viel lebhafter; sie schwimmen spontan umher und liegen in natürlicher Haltung auf dem Grunde. Da auf Stadium 47 der Dotter aufgebraucht ist, bedürfen die Fischchen jetzt Nahrungszufuhr von aussen. Ich suchte ihnen dieselbe dadurch zu verschaffen, dass ich ihnen täglich frische Wasserpflanzen brachte, in deren Gewirr sich massenhafte winzige Wasserthiere befanden. Die Fischchen wuchsen aber von nun an nur sehr langsam, und es ist möglich, dass die Langsamkeit der Weiterentwickelung auf den Mangel geeigneter Ernährung zurückzuführen ist. Stadium 48 ist volle 4 Wochen älter als Stadium 47 und stellt einen jungen, fast drei Monate alten Fisch dar, wenn wir die Entwickelung innerhalb der Gallerthülle mitrechnen.

Stadium 41 bis 43 sind in lebendem Zustande die durchscheinendsten der ganzen Entwickelung. Man sieht fast alle Organe durchschimmern und kann ganz gut den Kreislauf beobachten. Von Stadium 44 an wird die Pigmentirung der Haut so intensiv, dass sie die Durchsichtigkeit beeinträchtigt, und die älteren Stadien werden wieder ganz undurchsichtig. Der Grund, dass die Stadien 38 bis 43 transparenter sind als jüngere Stadien, liegt darin, dass bei ihnen der Dotter, der die Gewebe jüngerer Stadien völlig undurchsichtig macht, schon zum grossen Theile aufgebraucht ist. Doch zeigen Schnitte einen ziemlichen Dotterreichthum der Gewebe auch bei ihnen.

Die Veränderungen der äusseren Körperform von Stadium 41 bis 48 studirt man am besten durch Betrachtung der Figuren; es hat keinen Zweck, dieselben ausführlich zu beschreiben. Die Hauptveränderungen werden bedingt durch stärkere Entwickelung des Schwanzes (Stadium 43), durch völliges Ueberwachsen der Kiemenregion durch das Operculum (Stadium 43 bis 46), durch die Schnauzenbildung (Stadium 44 bis 47), durch die allmählige Resorption des Dotterinhalts des Darms (Stadium 46 bis 48), endlich durch das Hervorsprossen der Extremitäten (Stadium 45 bis 48).

Das erste Auftreten des Operculums als einer nach hinten gerichteten Falte erfolgt auf Stadium 40. Von Stadium 41 bis 45 überwächst es die ganze Kiemenregion, ohne dass bis dahin ein Durchbruch der Kiemenspalten stattgefunden hätte. Der Durchbruch der Kiemenspalten und die Bildung der Kiemen erfolgt erst, nachdem sich die Bedeckung der Kiemenregion durch das Operculum vollzogen hat, also von Stadium 45 bis 46. In Figur 46 *u* sieht man die eben angelegten Kiemenblättchen (*br*) eben unter dem Operculum hervorsehen; bei 47 *u* sind sie völlig verdeckt. Es findet also bei Ceratodus zu keiner Zeit Entfaltung larvaler Kiemen (sogenannter äusserer Kiemen) statt, wie wir sie bei manchen Selachiern, Ganoiden (Polypterus), Teleostiern und den Amphibien beobachten.

Vorniere und Herz sind etwa bis zum Stadium 44 von aussen her sichtbar; ihr specielles Verhalten muss auf Schnitten studirt werden. Auf Stadium 41 bis 44 nimmt man zwischen Pericard und Anfang des Darms die Anlage der Leber (*hep*) wahr. In Stadium 47 ist der Dotterinhalt des Darms resorbirt, und der junge Fisch nimmt jetzt von aussen Nahrung auf. Die Spiralklappe verleiht um diese Zeit dem Darm sein eigenthümliches Gepräge (*spd* bei 47 *s* und 48 *x*).

Wichtige Umbildungen hat noch die Mund- und Nasenregion des jungen Fisches durchzumachen. Auf Stadium 40 sahen wir die Riechgruben jederseits in eine seichte, medianwärts gegen die Mundbucht ziehende Furche auslaufen. Die Ränder der Gruben springen wulstartig über das Niveau empor. Der Mund ist noch nicht nach aussen durchgebrochen. Auf Stadium 43 erfolgt der Durchbruch des Mundes. Zwischen den Riechgruben und dem soeben durchgebrochenen Munde in der Tiefe der Mundbucht treten jetzt ein paar plattenförmige Gebilde hervor, die in der Mittellinie zusammenstossen. Die weitere Entwickelung lehrt, dass aus ihnen die Decke der Mundhöhle wird und auf ihnen die sogenannten Vomer- und Pterygopalatinalzähne entstehen. Ich gebe ihnen den indifferenten Namen der Munddachplatten (*mdpl*). Ich trage nämlich einiges Bedenken, sie als Oberkieferfortsätze zu bezeichnen, da man doch bei Fischen von einem Oberkiefer in dem Sinne des Oberkiefers der höheren Wirbelthiere nicht reden darf. Die Zähne, die später auf diesen Bildungen auftreten (47 u^2, 48 u^2), liegen medial von den inneren Nasenlöchern, es sind Vomer- und Palatinalzähne, und es kann leicht zu Missverständnissen führen, wenn man sie als Oberkieferzähne bezeichnet. Auf diese Fragen wird später bei der genaueren Untersuchung der Skeletentwickelung näher eingegangen werden. Zur Zeit erscheint es zweckmässig, einen indifferenten Namen zu wählen und die Frage, ob und inwieweit diese Fortsätze den Oberkieferfortsätzen der höheren Vertebraten homolog sind, offen zu lassen.

Bis zu Stadium 43 bildet die Mundbucht eine an den Seiten offene Einsenkung. Auf Stadium 44 ist eine seitliche Abgrenzung durch Ausbildung je eines von der Riechgrube zum unteren Mundrande ziehenden Saumes erzielt (*s* auf Fig. 45 *u*. 46 *u*). Indem nun der untere Mundrand seitlich an Ausdehnung gewinnt, der Abstand zwischen den Riechgruben sich aber nicht ändert, verläuft jener Saum nicht mehr genau abwärts, sondern er läuft von vorn innen nach hinten aussen.

Die Furche, die von jeder Riechgrube auf früheren Stadien (*nf* 29—35) medianwärts gegen die Mundbucht herabzog, erhält dadurch, dass sie an der Innenseite jenes Saumes liegt und im Laufe der Entwickelung seinem Lagewechsel folgt, zunächst einen geraden Verlauf (44 *u*); später verläuft auch sie schräg von vorn innen nach hinten aussen (45 *u*, 46 *u*, 47 *u*). Sie liegt dabei fortdauernd innen von jenem Saume; rückt aber allmählig mehr in die Tiefe (46 *u*, 47 *u*). In Stadium 47 beobachtet man, dass sich die Ränder der Furche in deren mittleren Abschnitten gegen einander einrollen; auf Stadium 48 (cf. Tafel VII, 48 u^1) sind sie verwachsen. Die Furche bildet jetzt ein Rohr, das sich nach vorn und nach hinten öffnet. Die vorderen Oeffnungen bezeichnen wir als die vorderen oder äusseren, die hinteren Oeffnungen als die hinteren oder inneren Nasenlöcher (*n. ex.* und ***n. int.*** auf Fig. 48 u^1).

Die paarigen Munddachplatten (*mdpl*) (sogenannte Oberkieferfortsätze) von Stadium 43 und 44 sind auf Stadium 45 verwachsen. Es erheben sich jetzt auf ihnen warzenähnliche Vorragungen, die Anlagen der Zähne (45 *u*, 46 *u*). Klappt man den Unterkiefer zurück, so sieht man das auf Fig. 47 u^2 dargestellte Bild. Zunächst liegen vorn rechts und links von der Mittellinie ein paar warzenförmige Hervorragungen: die Anlagen der Vomerzähne (*vd*). Dahinter folgt in einigem Abstande die Anlage der Pterygopalatinalzähne. Es finden sich jederseits 6 getrennte Höckeranlagen, die auf der Munddecke in Form eines nach vorn convexen Bogens aufgestellt sind. Auf Stadium 48 (cf. Tafel VII Fig. 48 u^2) hat die basale Verschmelzung der je 6 Höcker zu einer einheitlichen Zahnplatte begonnen; die sechs Spitzen aber sind frei geblieben; aus ihnen werden die sechs Zacken der Zahnplatten.

Als oberen Mundrand (nicht sehr passend auch Oberlippe genannt) haben wir bei den Dipnoern eine gekrümmte Linie zu setzen, deren Kuppe durch die vordere Grenze der Vomerzähne bezeichnet wird. Der obere Mundrand fällt entwickelungsgeschichtlich ungefähr mit der vorderen Grenze der Munddachplatten (sogenannten »Oberkieferfortsätze«) zusammen. Die äusseren Nasenlöcher liegen vor, die inneren hinter jener Linie.

In neuer Zeit haben sich besonders HIS (16) und KEIBEL (19) bemüht, die Bildung der Physiognomien der niederen und höheren Wirbelthiere (Bildung des Mundrandes, Nasen- und Gaumenbildung) zu vergleichen. Diese an sich gewiss dankenswerthen Untersuchungen sind jedoch so lange nicht im Stande, den Gegenstand völlig aufzuklären, bis nicht gezeigt ist, inwieweit die sogenannten Oberkieferfortsätze der Fische mit den Oberkieferfortsätzen der höheren Wirbelthiere verglichen werden können. Ich lasse also alle diese Fragen vorläufig auf sich beruhen.

Am Centralnervensystem treten auf Stadium 41 bis 44 die fünf secundären Hirnblasen: Grosshirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Kleinhirn und Nachhirn deutlich hervor. Die Epiphyse sieht man besonders deutlich auf Fig. 41 *s* und 43 *s*.

Das Auge nimmt von Stadium 41—47 fortdauernd an Grösse zu; auf Stadium 48 erscheint es wieder kleiner, da es dann mehr in die Tiefe gerückt und ein grösserer Theil des Bulbus bedeckt ist.

Auf Stadium 41 und 42 erblickt man noch ein Rudiment des Ductus endolymphaticus und zwar seine Mündung nach aussen. Auf späteren Stadien ist auch diese verschwunden. Die Schicksale des Riechorgans wurden oben geschildert.

Auf Stadium 41 und 42 ist die Pigmentirung der Haut nur eine sehr schwache und ganz auf die Dorsalseite beschränkt. Auf Stadium 43 ist sie viel stärker ausgesprochen und beginnt auch auf die Ventralseite überzugreifen. Auf Stadium 44 beginnt die Transparenz abzunehmen, auf Stadium 45 ist der Embryo in Folge der starken Pigmentirung ganz undurchsichtig geworden.

Das erste, was vom Seitenorgansystem auftritt, ist auf Stadium 43 ein von Pigment freier Längsstreifen, der, hinter dem Operculum beginnend, zunächst bis zur Körpermitte reicht (*ll*). In den folgenden Stadien nimmt seine Ausdehnung nach hinten successive zu, und auf Stadium 46 ist die Schwanzspitze erreicht. Dieser Streifen entspricht dem am Ectoderm caudalwärts wachsenden Ramus lateralis nervi vagi.

Ein ähnlicher Streifen, der als eine Fortsetzung des eben beschriebenen nach vorn zu betrachten ist, und der Aesten vorderer Hirnnerven entspricht, umzieht im Bogen die dorsale Grenze des Operculum und bildet einen weiten Kreis um das Auge.

Die Anlagen der Endhügel der Seitenlinie treten erst erheblich später hervor. Zuerst bemerkt man sie auf Stadium 46 als kleine, warzenförmige Erhebungen, die auf dem Längsstreifen oder in seiner nächsten Umgebung liegen. Auf Stadium 47 und 48 sind sie deutlicher wahrzunehmen. Man kann dann am Rumpfe drei einigermaassen regelmässige Längsreihen von Endhügeln unterscheiden (eh_1, eh_2, eh_3). Die mittlere Reihe eh_2 liegt ziemlich genau auf dem Längsstreifen des Ramus lateralis, die obere eh_1 etwas darüber, die untere eh_3

etwas darunter. Hier und da finden sich noch über eh_1 und unter eh_3 vereinzelte Endhügel verstreut. Von einer eigentlichen segmentalen Anordnung kann man auf den Stadien, auf denen diese Gebilde äusserlich sichtbar werden, nicht reden. Jedem Segment gehören in jeder Reihe meist ein oder zwei solcher Hügel an; in der untersten Reihe eh_3 stehen dieselben im Allgemeinen am dichtesten. In grosser Zahl und unregelmässiger Anordnung finden sich die Endhügel am Kopfe in der Umgebung des Auges und an der Basis des Kiemendeckels (vgl. besonders 47 *s*).

Die eben geschilderte Entwickelung des Seitenorgansystems bei Ceratodus stimmt in allen wesentlichen Beziehungen mit den bei Amphibien, Ganoiden und Teleostiern bekannt gewordenen Entwickelungsvorgängen überein. Besonders bemerkenswerth ist die übereinstimmende Entwickelungsart des Ramus lateralis nervi vagi und das erheblich spätere Auftreten der Endhügel. Auf die eigenthümliche Anordnung der Endhügelreihen an Kopf und Rumpf, die in den verschiedenen Klassen nicht völlig übereinstimmt, wird bei der speciellen Ausarbeitung des Capitels Haut und Sinnesorgane noch näher eingegangen werden.

Andeutungen der Schuppen treten zuerst auf Stadium (45 *sq*) hervor; auf Stadium 46 sind sie in Folge der stärker werdenden Pigmentirung nur noch sehr schwer wahrzunehmen.

Die erste Spur der vorderen Extremität tritt auf Stadium 45 als eine minimale Hervorragung am vorderen Abschnitte des Rumpfes etwas ventralwärts von der Mittellinie auf (*p. pct.*). Diese kleine Verdickung ist durch Abwesenheit von Pigment und demzufolge durch hellere Farbe ausgezeichnet. Auf Stadium 46 hat sie sich zu einem nach hinten vorspringenden Knöspchen vergrössert, auf Stadium 47 hat sie Flügelform angenommen und zeigt im Stadium 48 die Form der ausgebildeten Brustflosse. Im Stadium 47 tritt der Hauptstrahl als eine noch ungegliederte Verdickung des centralen Bindegewebes hervor. Von Seitenstrahlen ist noch keine Spur wahrzunehmen. Im Stadium 48 hat sich der Hauptstrahl in einen gegliederten Knorpelstab verwandelt (48 cf. Fig. 48 *s* und 48 *x*). An der Basis treten die ersten Seitenstrahlen auf. Dieselben sind auf den Figuren nicht wahrzunehmen, weil die Basis der vorderen Extremitäten jetzt von dem mächtig entfalteten Kiemendeckel überdeckt ist. Natürlich wird die Entwickelung der Extremität in den späteren Mittheilungen ganz ausführlich dargelegt und durch Abbildungen illustrirt werden.

Erheblich später als die Brustflosse entwickelt sich die Bauchflosse (*p. abd.*). Die erste Spur derselben ist auf Stadium 47 wahrzunehmen; man bemerkt dann gerade über der Stelle, wo der Darm sich winklig krümmt und als Enddarm zum After verläuft, eine kleine Verdickung, die derjenigen ähnelt, die auf Stadium 45 das erste Auftreten der Brustflosse bezeichnete. Im Stadium 48, also einen Monat später, hat sich die Verdickung zu einem kleinen Knöspchen vergrössert. Der Vergleich beider Figuren zeigt, dass das Wachsthum der Bauchflosse ein überaus langsames ist. Eine Verbindung der Brustflosse mit der Bauchflosse durch eine Längsleiste oder auch nur durch eine Linie besonders ausgezeichneter Zellen, wie sie bei manchen Selachiern beobachtet worden ist, lässt sich auf keinem Stadium nachweisen.

Schluss.

Die oben gegebene Schilderung der äusseren Entwickelung des Ceratodus Forsteri hat ergeben, dass dieses Thier einen eigenartigen Entwickelungsgang durchmacht, wie er sich nach der selbständigen Stellung der Dipnoerklasse von vorn herein erwarten liess. Nach abwärts in der Wirbelthierreihe schliesst sich die Ceratodusentwickelung am nächsten an die Petromyzonten, nach aufwärts, und zwar noch enger, an die Amphibien an. Viel abweichender ist die Entwickelung der übrigen eigentlichen »Fische«. Ich folgere daraus, dass die Ent-

wickelung der letzteren besonders in den jüngeren Stadien durch Anwachsen des Dotters stark cänogenetisch modificirt ist. Dass aber die ursprüngliche Einfachheit der Entwickelung von Dipnoern und Amphibien erst secundär wiedergewonnen ist, halte ich für einen unberechtigten Schluss. Viel näher liegend ist die Vorstellung, dass die Urformen der Selachier dotterarme Eier und eine weniger modificirte Entwickelung besessen haben, und dass der grössere Dotterreichthum der Eier und die damit verbundenen Aenderungen in der Entwickelung erst innerhalb der Klasse der Selachier erworben worden sind. Vielleicht ist auch für die Ganoiden anzunehmen, dass ihre Selachiervorfahren noch ziemlich dotterarme Eier besessen haben, wenn auch wahrscheinlich dotterreichere als die Stammformen der Dipnoer, und auch für sie liegt kein zwingender Grund vor, einen secundären Schwund des Dotters und secundäre Vereinfachung der Entwickelung anzunehmen.

Die Lagerungsverhältnisse des Ceratodusembryo zum Dotter schliessen sich ebenfalls nach unten an die Petromyzonten, nach oben an die Amphibien an und machen es höchst wahrscheinlich, dass die Ausbildung eines Dottersacks erst allmählig in der Gruppe der Selachier zu Stande kam und den älteren Selachierformen fremd war. Denn natürlich sind jene entwickelungsgeschichtlichen Thatsachen nicht im Lichte einer engeren Verwandtschaft zwischen Dipnoern und Cyclostomen zu deuten. Es drückt sich in ihnen vielmehr bloss die gemeinschaftliche Erhaltung des ursprünglichen Typus der Wirbelthierentwickelung aus, der bei den jüngeren Selachiern in Folge der Vermehrung des Nahrungsdotters verlassen worden ist, bei den alten Selachierstammformen der Dipnoer aber sicherlich auch existirt hat und vielleicht bei einigen ursprünglichen Selachiertypen noch jetzt existirt.

Je weiter die Entwickelung der Embryonen fortschreitet, um so mehr treten die den Dipnoern eigenthümlichen Züge hervor. Auf eine eingehendere Würdigung der Eigenthümlichkeiten der Organogenie kann erst eingegangen werden, wenn die specielleren Untersuchungen über die Entwickelung der Organe abgeschlossen sind.

Auf zwei negative Merkmale sei aber hingewiesen: Die Abwesenheit larvaler (sogenannter äusserer) Kiemen und eines larvalen Saugapparats. Auf keinem Stadium der Ceratodusentwickelung findet sich eine Spur dieser Bildungen.

Manche Forscher deuten die Saugscheibe der Lepidosteuslarve und die Saugscheiben der Anurenlarven als Reminiscenzen eines Cyclostomenstadiums, auf welchem der Mund mehr oder weniger bestimmt den Character eines Saugorgans besass. Die Abwesenheit jeder Spur dieser Bildung bei Selachiern und Dipnoern macht diese Auffassung sehr unwahrscheinlich und legt den Gedanken nahe, dass es sich in jenen beiden Fällen um blosse Larvenorgane handelt, die als besondere Anpassungen erworben wurden, wie die Haftscheiben am Bauche und am Rücken vieler Fische, und weder mit dem Saugmund der Cyclostomen etwas zu thun haben, noch auch beide unter sich in irgendwelche Beziehung zu setzen sind.

Literatur-Verzeichniss.

1) F. M. BALFOUR and W. N. PARKER. On the Structure and Development of Lepidosteus. Philosophical Transactions of the Royal Society, 1882.
2) CH. VAN BAMBEKE. Nouvelles recherches sur l'embryologie des Batraciens. Archives de Biologie, T. I, 1880.
3) Derselbe. Le sillon médian ou raphé gastrulaire du Triton alpestre. Bulletins de l'Académie royale de Belgique, T. XXV, 1893.
4) R. v. ERLANGER. Ueber den Blastoporus der anuren Amphibien. Zoologische Jahrb., Abth. für Anatomie und Ontogenie, Bd. IV, 1891.
5) Derselbe. Zur Blastoporusfrage bei den anuren Amphibien. Anatomischer Anzeiger, Bd. VI, 1891.
6) M. FÜRBRINGER. Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. II. Theil. Amsterdam 1888.
7) E. HAECKEL. Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere. Jen. Zeitschr. für Naturw., Bd. IX.
8) B. HATSCHEK Studien über Entwickelung des Amphioxus Arbeiten aus dem zool Institute der Universität Wien, T. IV, 1882.
9) O. HERTWIG. Die Entwickelung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. Jena 1881.
10) Derselbe. Urmund und Spina bifida. Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. XXXIX, 1892.
11) Derselbe. Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte. 4. Auflage. Jena 1893.
12) W. HIS. Unsere Körperform. Leipzig 1874
13) Derselbe. Ueber die Bildung der Haifischembryonen. Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte, Bd. II.
14) Derselbe. Untersuchungen über die Entwickelung des Knochenfischembryo. Archiv für Anat. und Physiologie. Anat. Abth. 1878.
15) Derselbe. Zur Lage der Längsverwachsung von Wirbelthierembryonen. Verhandl. der Anat. Gesellschaft. 1891
16) Derselbe. Die Entwickelung der menschlichen und thierischen Physiognomien. Archiv für Anatomie und Physiologie Anat. Abth. 1892.
17) F. HOUSSAY. Etudes d'embryologie sur les Vertébrés. Archives de Zoologie expérimentale, 1890.
18) T. H. HUXLEY. On Ceratodus Forsteri with Observations on the Classification of Fishes. Proceedings of the Zoological Soc. of London, Jan. 4, 1876.
19) F. KEIBEL. Zur Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie der Nase und des oberen Mundrandes (Oberlippe) bei Vertebraten. Anat. Anzeiger, Bd. VIII, 1893.
20) C. KUPFFER. Die Entwickelung von Petromyzon Planeri. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XXXV, 1890.
21) Derselbe. Mittheilungen zur Entwickelungsgeschichte des Kopfes bei Acipenser sturio. Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie zu München (17. Nov. und 1. Dec. 1891).
22) CH. SEDGWICK MINOT. The Concrescence Theory of the Vertebrate Embryo. American Naturalist, 1889.
23) C. RABL. Ueber die Bildung des Mesoderms. Anatomischer Anzeiger. 1888.
24) Derselbe. Theorie des Mesoderms. Morph. Jahrbuch, Bd. XV, 1889.
25) RAUBER. Primitivrinne und Urmund. Morph. Jahrbuch, Bd. II, 1876.
26) Derselbe. Primitivstreifen und Neurula der Wirbelthiere. Leipzig 1877.
27) Derselbe. Die Lage der Keimpforte. Zool. Anzeiger, 1879.
28) Derselbe. Formbildung und Formstörung in der Entwickelung von Wirbelthieren. Morph. Jahrbuch, Bd. V und VI, 1879, 1880.
29) Derselbe. Noch ein Blastoporus. Zool. Anzeiger, 1883.
30) A. ROBINSON and R. ASSHETON. The Formation and Fate of the Primitive Streak etc. Quarterly Journal of Microscop. Science. Vol. XXXII.
31) ROUX. Beiträge zur Entwickelungsmechanik des Embryo. Zeitschrift für Biologie, Bd. XXI, 1885.
32) Derselbe. Ueber die Lagerung des Materials des Medullarrohrs im gefurchten Froschei. Verhandl. der Anat. Gesellschaft, 1888.
33) W. SALENSKY. Entwickelung des Sterlet (Acipenser ruthenus). Arbeiten der Naturforscher-Gesellschaft zu Kasan, Bd. VII, 1878 und 1879. Russisch.
34) Derselbe. Recherches sur le développement du Sterlet (Acipenser ruthenus). Archives de Biologie, T. II, 1881.
35) F. SCHANZ. Das Schicksal des Blastoporus bei den Amphibien. Jenaer Zeitschrift für Naturw. Bd. XXI, N. F. XIV, 1887.
36) MAX SCHULTZE. Die Entwickelungsgeschichte von Petromyzon Planeri. Harlem 1856.

Uebersicht des Inhalts.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena — 1196

Tafelerklärung

zu

Die äussere Entwickelung des Ceratodus Forsteri

von

R. Semon.

Tafel I.

Furchung.

Figur 1 in natürlicher Grösse; Figur 1* — 12 bei 9-facher Vergrösserung.

Der Zusatz *o* zur Nummer des Stadiums bedeutet Ansicht von oben, *u*: Ansicht von unten, *s*: Ansicht von der Seite.

Fig. 1. Ei des Ceratodus Forsteri in natürlicher Grösse mit Gallerthülle.

„ 1*. Beinahe reifes Ei aus dem Ovarium.

Stadium 2. Erste Theilungsphase. Erste verticale Theilungsfurche.

„ 3. Beginn der zweiten Theilungsphase. Erstes Auftreten der zweiten Verticalfurche.

„ 4. Zweite Theilungsphase. Zweite verticale Furche, auf der ersten senkrecht.

„ 5. Beginn der dritten Theilungsphase.

„ 6. Dritte Theilungsphase. Zwei weitere Verticalfurchen zerlegen das Ei in 8 Blastomeren.

„ 7. Vierte Theilungsphase. Die erste Horizontalfurche zerlegt das Ei in 8 Micromeren und 8 Macromeren.

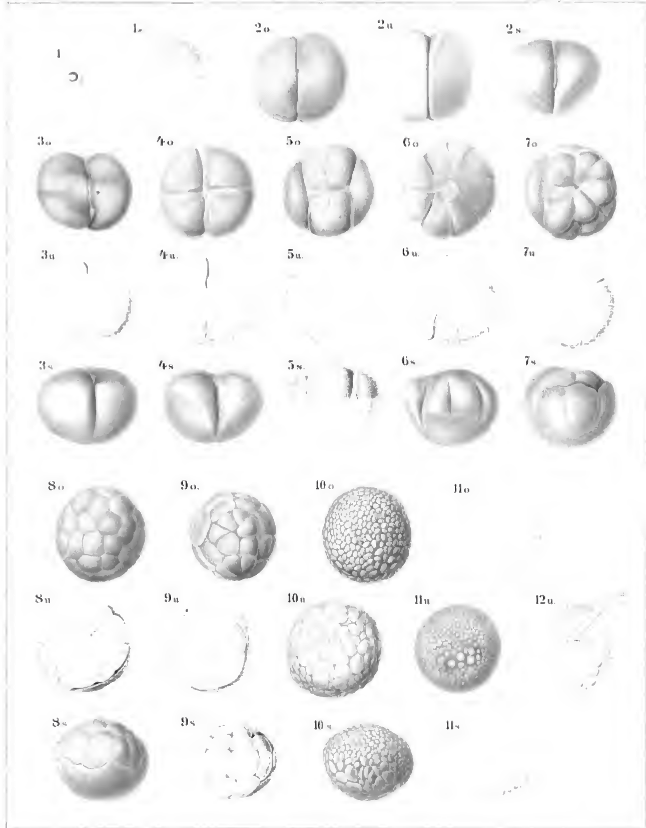
„ 8. Fünfte Theilungsphase. Auftreten der zweiten Horizontalfurche.

„ 9. Sechste Theilungsphase. Auftreten der dritten Horizontalfurche. 32 Blastomeren.

„ 10. Grosszellige Blastula.

„ 11. Kleinzellige Blastula.

„ 12. Beginn der Gastrulation; *um* . . Urmund.



Gustav Fischer

Tafel II.

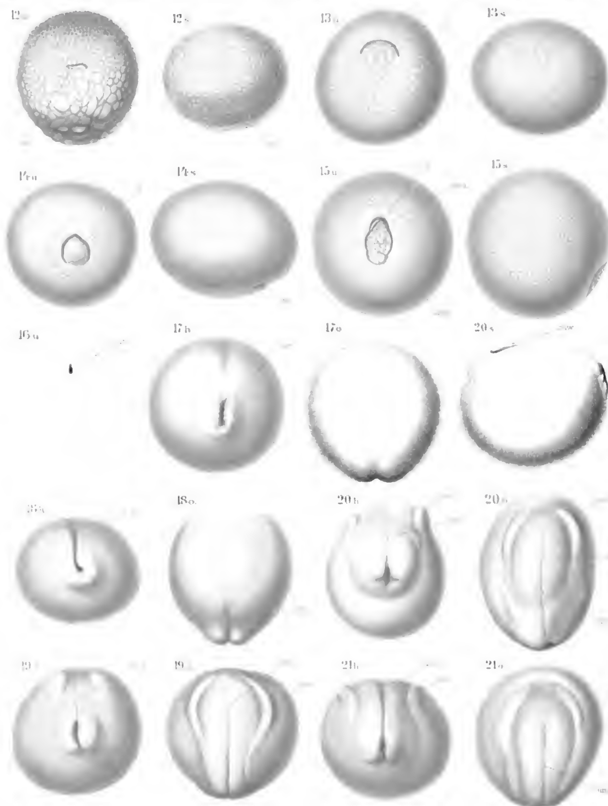
Gastrulation.

Alle Figuren bei 13-facher Vergrösserung.

Der Zusatz *o* zur Nummer des Stadiums bedeutet Ansicht von oben, *u*: Ansicht von unten, *h*: Ansicht von hinten, *s*: Ansicht von der Seite.

d . . . Dotterpfropf.
mw . . Medullarwülste.
prr . . Primitivrinne (Rückenrinne), in deren Tiefe die Urdarmnaht *umn* liegt (Fig. 20 *o*).
um . . offener Urmund.
umdl . dorsale Urmundlippe.
umn . Urmundnaht.
umvl . ventrale Urmundlippe.

Stadium 12. Erstes Auftreten des Urmundes (*um*) als querer Spalt.
„ 13. Sichelförmig gebogener Urmund. Die Concavität der Sichel ist gegen den vegetativen Pol gerichtet.
„ 14. Nahezu geschlossener Urmund.
„ 15. Völlig geschlossener, sehr weiter Urmund.
„ 16. Urmund zu einem kleinen Längsspalt verengert, Dotterpfropf nicht mehr sichtbar.
„ 17. Längsspalt des Urmundes beginnt sich gegen die Dorsalseite hin zu verschieben und auszudehnen.
„ 18. Der Urmund reicht vom Aequator, wo er offen ist, auf die Dorsalseite herüber (18 *o*), wo er sich als nahtförmig geschlossener Spalt darstellt.
„ 19. Die Medullarwülste (*mw*) beginnen sich zu erheben. Der Urmund reicht vom Aequator, wo er offen ist, über die Dorsalseite bis zum queren Gehirnwulst. Auf der Dorsalseite zeigt er sich als gezackte Nahtlinie (*umn*).
„ 20. Die Medullarwülste beginnen auch die hinteren Abschnitte der Urmundnaht und den offenen Urmund zu umgreifen. Die Urmundnaht liegt in der Tiefe einer Rinne *prr* (Primitivrinne, Rückenrinne der Autoren).
„ 21. Die Medullarwülste umgeben den ganzen Bereich des Urmundes. Biscuitform der Embryonalanlage.


12a
12s
13a
13s
14a
14s
15a
15s
16a
17b
17a
20s
18a
20b
20a
19
21b
21a

Tafel III.

Erhebung des Embryo über den Dotter.

Alle Figuren bei 13-facher Vergrösserung.

Der Zusatz *o* zur Nummer des Stadiums bedeutet Ansicht von oben, *u*: von unten, *h*: von hinten, *s*: von der Seite.

a . . . After.
hh . . Hinterhirn.
mh . . Mittelhirn.
mw . . Medullarwülste.
oc . . . Augenblase.
umn . . Urmundnaht.
vh . . Vorderhirn.

Stadium 22 und 23. Zusammenrücken der Medullarwülste gegen die Mittellinie.

„ 24. Die Medullarwülste stossen in der Mittellinie zusammen. Die Segmentirung der Embryonalanlage wird sichtbar.

„ 25. Das Medullarrohr beginnt sich zu schliessen.

„ 26 und 27. Schluss des Medullarrohres bis auf einen Schlitz am Hinterende beendigt. Die vordersten Abschnitte des Rohres beginnen sich blasenartig aufzutreiben.

„ 28. Man kann die drei primären Hirnblasen (*vh*, *mh*, *hh*) und die Augenblasen (*oc*) unterscheiden. An der Stelle des offenen Urmundes liegt jetzt der After (*a*). Der Embryo, der mehr als 22 Segmente besitzt, hat sich merklich über den Dotter erhoben.


22a

23a

23b

23s

22b

24a

24b

24s

25a

26a

26b

26s

25b

27a

27b

27s

25s

28a

28a

28s

Gustav Fischer

Tafel IV.

Ausbildung des Embryo.

Die Figuren der ersten, zweiten und vierten Reihe bei 13-facher, die der dritten Reihe bei 16-facher Vergrösserung. Der Zusatz *u* zur Nummer des Stadiums bedeutet Ansicht von unten, *s*: von der Seite, $\frac{s}{o}$: halb von der Seite und von oben, $\frac{s}{h}$: halb von der Seite und von hinten, $\frac{u}{s}$: halb von unten und von der Seite, *x*: Seitenansicht eines künstlich aufgehellten Embryo.

au. v . . Hörbläschen.
cor . . . Herz.
d. e . . . Ductus endolymphaticus.
ep . . . Epiphysis.
ggl. ac. f . Ganglion des Acusticofacialis.
ggl. tr . . Ganglion des Trigeminus.
gh . . . Grosshirn.
hh . . . Hinterhirn.
mh . . . Mittelhirn.
nr . . . Nasenrinne.
oc . . . Auge.
ol . . . Riechgrube.
prn . . . Vorniere.
uk . . . Anlage des Unterkiefers.
vscr. r . . Gegend der Visceralbögen und -spalten.
zh . . . Zwischenhirn.

Stadium 29. Embryo etwas spiralig um den Dotter gekrümmt. Auftreten des Hörbläschens und der Riechgruben.

" 30—33. Spiralige Krümmung noch stärker ausgesprochen. Auftreten zweier Visceralbögen und -furchen. Die Anlage der Vorniere tritt als Höcker äusserlich hervor. Am Auge bemerkt man das Auftreten der Linse. Von den Riechgruben zieht jederseits eine Rinne nach innen abwärts zur Mundbucht, oft confluiren beide Rinnen in der Mitte.

" 34 und 35. Auftreten von vier Kiemenfurchen, die sich aber noch nicht als Spalten nach aussen öffnen. Man sieht das Hörbläschen durch den Ductus endolymphaticus nach aussen münden. Durch künstliche Aufhellung kann man jetzt das Herz, sowie die Ganglien des Trigeminus und Acusticofacialis sichtbar machen. Man sieht dann auch, dass sich das Vorderhirn in Grosshirn und Zwischenhirn gesondert hat.

29 a
30 a
32 b
29 b
30 b
32 a
29.
30
31
32
33
35
34 a
34 b
34 c

Tafel V.

Ausbildung des Embryo. Fortsetzung.

Alle Figuren bei 13-facher Vergrösserung.

Der Zusatz *o* zu der Nummer des Stadiums bedeutet Ansicht von oben, *u*: von unten, *s*: von der Seite, *x*: Seitenansicht eines künstlich aufgehellten Embryo.

ao . . . Aorta.
au.v . . Hörbläschen.
cor . . . Herz.
d.e . . . Ductus endolymphaticus.
ep . . . Epiphysis.
ggl.ac.f . Ganglion des Acusticofacialis.
ggl.tr . . Ganglion des Trigeminus.
gh . . . Grosshirn.
klh . . . Kleinhirn.
mh . . . Mittelhirn.
nh . . . Nachhirn.
oc . . . Auge.
ol . . . Riechgrube.
oprc . . Operculum.
prn . . . Vorniere.
uk . . . Anlage des Unterkiefers.
vscr.r . . Region der Visceralbögen und -spalten.
zh . . . Zwischenhirn.

Stadium 36 und 37. Axe des Embryo noch mit starker ventraler Krümmung. Embryonen noch undurchsichtig (36*x*, 37*x* künstlich aufgehellt).

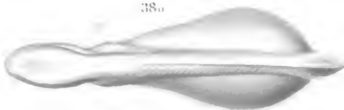
„ 38 und 39. Axe des Embryo beginnt sich zu strecken. Embryonen in lebendem Zustande durchscheinend.

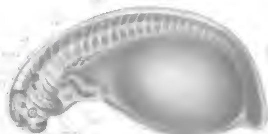
„ 40. Embryo kurz vor dem Ausschlüpfen. Axe des Embryo gerade. Operculum fängt an als Falte sichtbar zu werden. Am Herz Kammer und Vorhof zu unterscheiden. Das primäre Hinterhirn zerfällt in Kleinhirn und Nachhirn.


36 s


38 s

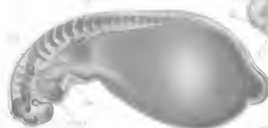

36 u


38 o


36 v

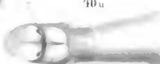

38 u


39 s


37 s


39 u


40 s


40 u

Tafel VI.

Der junge Fisch nach dem Ausschlüpfen.

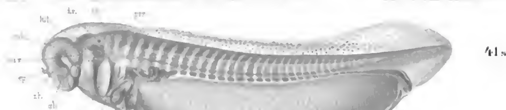
Alle Figuren bei 13-facher Vergrösserung.

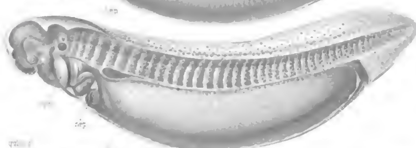
Der Zusatz *o* zu der Nummer des Stadiums bedeutet Ansicht von oben, *u*: von unten, *s*: von der Seite.

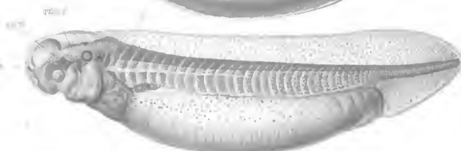
ao . . . primitive Aorta.
au.v . . . Hörbläschen.
cor . . . Herz.
d.e . . . Ductus endolymphaticus.
ep . . . . Epiphysis
ggl.ac.f . Ganglion des Acusticofacialis.
ggl.tr . . Ganglion des Trigeminus.
gh . . . Grosshirn.
hep . . . Leber.
klh . . . Kleinhirn.
ll . . . . linearer Epidermisstreifen der Seitenlinie (Ramus lateralis nervi vagi).
mdpl . . . Munddachplatten (sogenannte Oberkieferfortsätze).
mh . . . Mittelhirn.
nh . . . Nachhirn.
oc . . . . Auge.
ol . . . . Riechgrube.
oprc . . . Operculum.
prn . . . Vorniere.
uk . . . Unterkiefer.
zh . . . Zwischenhirn.

Stadium 41—43. Junge Fische in den ersten Tagen nach dem Ausschlüpfen. Hoher Grad von Transparenz. In Stadium 43 fängt die Seitenlinie an hervorzutreten.

„ 44. Junger Fisch eine Woche nach dem Ausschlüpfen. Die Transparenz hat abgenommen. Das Operculum bedeckt die Kiemenregion beinahe ganz.


41 s.

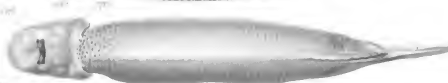

42 s.


43 s.


43 u.


44 s.


44 o.


44 u.

Verlag v. Gustav Fischer, Jena.

Tafel VII.

Alle Figuren bei 13-facher Vergrösserung.

Der Zusatz *u* zu der Nummer des Stadiums bedeutet Ansicht von unten; bei den mit u^2 bezeichneten Figuren ist der Unterkiefer zurückgeklappt. *s*: Ansicht von der Seite.

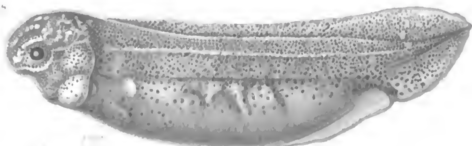
br . . . . Kiemen.
d.vom . . . Vomerzähne.
d.ptpl . . . Pterygopalatinalzähne (Zahnplatte des Oberkiefers).
eh_1, eh_2, eh_3 . drei Längsreihen von Endhügeln der Seitenlinie.
ll . . . . . linearer Epidermisstreifen der Seitenlinie (Ramus lateralis nervi vagi).
n.ext . . . äussere Nasenlöcher.
n.int . . . innere Nasenlöcher.
nr . . . . Nasenrinne.
ol . . . . . Riechgrube.
p.abd . . . Bauchflosse.
p.pect . . . Brustflosse.
s . . . . . Saum, der die Mundhöhle seitlich begrenzt.
spd . . . . Darm mit Spiralklappe.
sq . . . . Schuppen.

Stadium 45. Junger Fisch, zwei Wochen nach dem Ausschlüpfen, bei dem eben die Brustflosse hervorzusprossen beginnt. Auf diesem Stadium treten die Schuppen deutlich hervor. Zahnanlagen sichtbar.

" 46. Junger Fisch, vier Wochen nach dem Ausschlüpfen. Kiemen angelegt; die hintersten noch nicht völlig vom Operculum bedeckt (46 *u*).

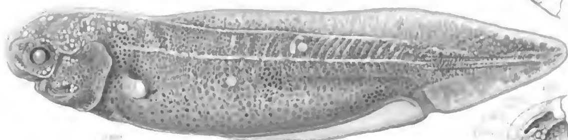
" 47. Junger Fisch, sechs Wochen nach dem Ausschlüpfen. Erste Anlage der Bauchflosse. Am Darm tritt die Spiralklappe hervor.

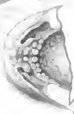
Figur 47 u^2 und 48 u^2 Munddach von Stadium 47 und 48 nach Zurückklappen des Unterkiefers, um die Bildung der äusseren und inneren Nasenlöcher, die Zahnanlagen und ihre Verschmelzung zu den Zahnplatten zu zeigen.

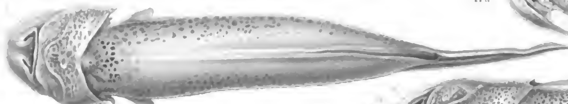

45s

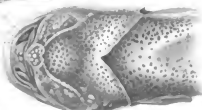

45u


48u²


46s


47u²


46u


47u¹


47s

Tafel VIII.

Junger Fisch, zehn Wochen nach dem Ausschlüpfen bei 13-facher Vergrösserung.

Stadium 48. *s*: Ansicht von der Seite, *u*: Ansicht von unten, *x*: Ansicht nach künstlicher Aufhellung.

eh_1, eh_2, eh_3 . drei Längsreihen von Endhügeln der Seitenlinie.

ll . . . . . . linearer Epidermisstreifen der Seitenlinie (Ramus lateralis nervi vagi).

p. abd . . . . Anlage der Bauchflosse.







Date Due

JUN 1 1955	

